

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ÉVERTON BENDLIN COLLET

MICORRIZAÇÃO CONTROLADA DE *Pinus taeda* EM VIVEIRO E A CAMPO

CURITIBA
2017

ÉVERTON BENDLIN COLLET

MICORRIZAÇÃO CONTROLADA DE *Pinus taeda* EM VIVEIRO E A CAMPO

Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Manejo Florestal de Precisão no curso de Pós-graduação em Manejo Florestal de Precisão, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Camargo Angelo.

**CURITIBA
2017**

TERMO DE APROVAÇÃO

ÉVERTON BENDLIN COLLET

MICORRIZAÇÃO CONTROLADA DE *Pinus taeda* EM VIVEIRO E A CAMPO

Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Manejo Florestal de Precisão no curso de Pós-graduação em Manejo Florestal de Precisão do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr./Ms.....

Departamento e Instituição onde atua o/a professor(a)

Presidente da Banca

Prof. Dr./Ms.....

Departamento e Instituição onde atua o/a professor(a)

Prof. Dr./Ms.....

Departamento e Instituição onde atua o/a professor(a)

Curitiba
2017

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Área ocupada com árvores plantadas no Brasil, anos de 2012 e 2013.	17
Figura 2. Representação da área de plantio de <i>Pinus</i> sp. no Brasil, no ano de 2012.	18
Figura 3. Relação das diversas vias de utilização da madeira e seus subprodutos no mercado interno e externo.	19
Figura 4. Estufa de mudas de <i>Pinus taeda</i> em viveiro na fase de Germinação.	21
Figura 5. Vista da locação de mudas de <i>Pinus taeda</i> em fase de aclimatização e rustificação.	22
Figura 6. Vista do sistema de irrigação no viveiro de mudas de <i>Pinus taeda</i> da área de rustificação.	23
Figura 7. Ilustração dos tubetes mais indicados para plantio de <i>Pinus taeda</i> .	24
Figura 8. Ilustração de como é feito o preparo do solo na empresa Adami S/A para plantio de mudas de <i>Pinus taeda</i> .	25
Figura 9. Ilustração de como é realizado o plantio na empresa Adami S/A das mudas de <i>Pinus taeda</i> no campo.	25
Figura 10. Basidiocarpo de fungo etmicorrizico tipo <i>Suillus luteus</i> (L.: Fr.) <i>Roussel</i> .	31
Figura 11. Basidiocarpo de fungo ectomicorrízico tipo <i>Suillus</i> .	31
Figura 12. Basidiocarpo de fungo ectomicorrízico tipo <i>Rhizopogon</i> .	32
Figura 13. Micorrizas de <i>Cenococcum geophilum</i> em castanheiro	32
Figura 14. Localização do viveiro florestal de produção de mudas de <i>Pinus taeda</i> onde foi realizada a primeira etapa do experimento.	35
Figura 15. Demonstrativo de mudas de <i>Pinus taeda</i> , com 20 dias após a germinação em viveiro, no ano de 2014.	37
Figura 16. Pesagem das mudas em laboratório com balança de precisão para obtenção de massa seca aos seis meses após implantação do experimento.	39
Figura 17. Coleta de medida do diâmetro de colo de muda de <i>Pinus taeda</i> , em campo.	39
Figura 18. Área de implantação do experimento a campo.	40
Figura 19. Ilustração de demonstrativo do plantio das mudas de <i>Pinus taeda</i> em campo na empresa Adami S/A, em 2014.	42
Figura 20. Delineamento dos blocos e áreas de amostragem de coleta de dados.	43
Figura 21. Demonstrativo de corpos de frutificação: a) <i>Thelephora</i> sp.; b) <i>Laccaria</i> sp.	45
Figura 22. Porcentagem de micorrização de mudas de <i>Pinus taeda</i> após seis meses de inoculação controlada em viveiro.	46

Figura 23. Muda de <i>Pinus taeda</i> micorrizada de forma controlada com seis meses de viveiro.	46
Figura 24. Diâmetro de colo de mudas de <i>Pinus taeda</i> após seis meses de inoculação controlada em viveiro.	47
Figura 25. Altura de mudas de <i>Pinus taeda</i> após seis meses de inoculação controlada em viveiro.	48
Figura 26. Teor de massa seca da parte aérea em mudas de <i>Pinus taeda</i> após seis meses de inoculação controlada em viveiro.	49
Figura 27. Quantidade de Nitrogênio da parte área em mudas de <i>Pinus taeda</i> após seis meses de inoculação controlada em viveiro.....	50
Figura 28. Quantidade de Fósforo da parte área em mudas de <i>Pinus taeda</i> após seis meses de inoculação controlada em viveiro.....	51
Figura 29. Quantidade de Nitrogênio da parte radicular em mudas de <i>Pinus taeda</i> após seis meses de inoculação controlada em viveiro.....	52
Figura 30. Quantidade de Fósforo da parte radicular em mudas de <i>Pinus taeda</i> após seis meses de inoculação controlada em viveiro.....	53
Figura 31. Nitrogênio e fósforo total	54
Figura 32. Muda morta de <i>Pinus taeda</i> do tratamento testemunha após nove meses de plantio.	56
Figura 33. Diâmetro e altura de mudas de <i>Pinus taeda</i> coletadas a campo. ...	56
Figura 34. Mudas de <i>Pinus taeda</i> após nove meses de plantio.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Histórico de áreas ocupadas por <i>Pinus</i> sp. nos estados brasileiros no período de 2006 a 2013.	18
Tabela 2. Classificação de tipos de micorrizas suas respectivas presença em <i>Pinus</i>	30
Tabela 3. Tabela demonstrativa de avaliação de porcentagem de micorrização.	38

LISTA DE ABREVIATURAS

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas

°C – Graus Celsius

cm³ - centímetro cubico

DAP - Diâmetro na Altura do Peito

DM - dependência micorrízica

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

g - gramas

ha- hectare

IPEF – Instituto de Pesquisas Florestais

Kg - Quilogramas

m² - metro quadrado

mm - milímetros

N - Nitrogênio

P – Fósforo

pH - potencial hidrogeniônico

PIM - Potencial de Inócuo do Fungo Micorrízico

PRR - Potencial de Regeneração das Raízes

PSC - Pomares de Sementes Clonais

SC – Santa Catarina

% - porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	DESENVOLVIMENTO	14
3.1	Referencial Teórico	14
3.2	Micorrização e suas interações	27
3.3	Parâmetros de avaliação do crescimento de Pinus sp.	32
4	MATERIAIS E MÉTODOS	35
4.1	Primeira etapa: Viveiro	35
4.1.1	Preparo do substrato e das mudas	36
4.1.2	Manejo	37
4.1.2.1	Determinações de porcentagem de micorrização	38
4.1.2.2	Determinação da Massa Seca da parte Aérea em Laboratório	38
4.1.2.3	Determinação da altura e diâmetro do colo	39
4.1.2.4	Determinação da Quantidade de Fósforo e Nitrogênio	40
4.2	Segunda etapa: Campo	40
4.2.1	Plantio das Mudas	41
4.2.1.1	Determinação da Altura a campo	44
4.2.1.2	Determinação do Diâmetro de Colo	44
5	DISCUSSÕES E RESULTADOS	45
5.1	Viveiro	45
5.1.1	Porcentagem de Micorrização	45
5.1.2	Diâmetro	47
5.1.3	Altura	47
5.1.4	Massa Seca	48
5.1.5	Teores de nitrogênio e fósforo da parte aérea	49
5.1.6	Teores de nitrogênio e fósforo da parte radicular	51
5.1.7	Teor total de nitrogênio e fósforo parte radicular e aérea na planta.	53
5.2	Campo	54
6	CONCLUSÃO	58
7	REFERÊNCIAS	59
8	ANEXOS	65

RESUMO

O Manejo Florestal de precisão na sua aplicação a silvicultura vem para aprimorar o sistema de planejamento, visando desde as sementes até a distribuição final da matéria prima produzida, assim podem-se realizar estimativas de produção muito próximas do real, levando em consideração o tipo de solo, relevo, clima, espécie, entre outros fatores que interferem no crescimento da planta. O gênero *Pinus* sp. faz associação com os fungos ectomicorrízicos, formando ectomicorrizas que desempenham um importante papel na absorção de nutrientes e crescimento da planta. O objetivo deste trabalho foi avaliar os seguintes parâmetros fisiomorfológicos de mudas de *Pinus taeda*: altura, diâmetro de colo, massa seca, micorrização e absorção de fósforo e nitrogênio com inoculação controlada de isolados de fungos ectomicorrízicos. Os fungos inoculados foram provenientes da coleção de fungos ectomicorrízicos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sendo eles *Cenococcum geophilum* Fr, *Rhizopogon* sp. (Fries & Nordholm) *Tulasne* e *Suillus cothurnatus* Sing. As mudas foram cultivadas de modo convencional com o único diferencial a inoculação dos fungos ectomicorrízicos. As mudas permaneceram no viveiro por seis meses e após a avaliação dos parâmetros fisiomorfológicos, observou-se a influência dos isolados *Rhizopogon* sp., *Suillus* e *Cenococcum*, na absorção de fósforo e nitrogênio, com medias superiores às plantas (Tukey ($p \leq 0,05$)) com inoculação natural. Mudas com micorrização controlada foram levadas ao campo e avaliado os parâmetros de altura e diâmetro de colo, sobrevivência de mudas e ocorrência de corpos de frutificação, aos seis e aos nove meses a partir do plantio e não foram observadas diferenças entre os tratamentos.

Palavras Chave: *Pinus taeda*, ectomicorrizas, inoculação.

ABSTRACT

Precision Forestry Management in the application of forestry comes to improve the planning system, aiming from the seeds to the final distribution of the raw material produced, so that production estimates can be made very close to the real, taking into account the type of soil, Relief, climate, species, among other factors that interfere with plant growth. *Pinus* sp. associates with ectomycorrhizal fungi, forming ectomycorrhizae that play an important role in nutrient absorption and plant growth. The objective of this work was to evaluate the physiomorphological parameters of *Pinus taeda* seedlings such as height, colon diameter, dry mass, mycorrhization and absorption of phosphorus and nitrogen with controlled inoculation of ectomycorrhizal fungi isolates. The inoculated fungi were from the collection of ectomycorrhizal fungi of the Federal University of Santa Catarina (UFSC), namely *Cenococcum geophilum* Fr, *Rhizopogon* sp. (Fries & Nordholm) *Tulasne* and *Suillus cothurnatus* Sing. The seedlings were grown in a conventional manner with the only difference inoculation of ectomycorrhizal fungi with natural inoculation. The seedlings remain in the nursery for six months and after evaluation of fisiomorfologicos parameters, there was the influence of isolated *Rhizopogon* sp., *Suillus* and *Cenococcum*, the absorption of phosphorus and nitrogen, with averages higher plants (Tukey ($p \leq 0,05$)). Seedlings with mycorrhizal controlled were taken to court and assessed the parameters of height and diameter, seedling survival and occurrence of fruiting bodies, at six and nine months from planting and no differences were observed between treatments.

Key words: *Pinus taeda*, ectomycorrhizas, inoculation.

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal em nível de Brasil está se desenvolvendo cada vez mais, e tendo um grande papel na economia. A busca pela sustentabilidade também está sendo mais enfatizada em todos os âmbitos, considerando que o manejo florestal de precisão está se adentrando cada vez mais devido a essa busca pelo sustentável (VETTORAZZI; FERRAZ, 2000).

O manejo florestal sustentável, é definido com o objetivo de obter-se o desenvolvimento social, econômico de forma a respeitar as condições ambientais da natureza. A extração em florestas nativas depende de um planejamento com espécies previamente selecionadas, levando em consideração o valor econômico presente na área de exploração e a importância para a preservação do ecossistema e perpetuação da espécie (JUVENAL; MATTOS, 2002).

Já as florestas plantadas exóticas, em áreas de reflorestamento onde essas espécies foram introduzidas se desenvolveram bem, o *Eucalyptus* nos cerrados paulistas e o *Pinus* no sul do Brasil (SNIF – Sistema Nacional de Informações Florestais, 2017).

A silvicultura de precisão representa um modelo de gerenciamento das ações nas florestas, desde o planejamento e as projeções realizadas por *softwares* até a colheita e a produtividade de madeira, possibilitando assim a melhoria à aplicação de insumos, que podem reduzir custos, e impactos ambientais (PELISSARI, 2012).

As pesquisas científicas, e experimentos servem de base para o aprimoramento do planejamento no desempenho da floresta, buscando maior lucratividade e tomada de decisão mais confiante (VETTORAZZI; FERRAZ, 2000).

O aproveitamento das associações benéficas entre raízes de árvores e microorganismos do solo (associações simbióticas), como fungos formadores de micorrizas, podem apresentar um efeito benéfico no crescimento das árvores florestais (TOMAZELLO; KRÜGNER, 1982).

A motivação para o experimento surgiu a partir da oportunidade em se fazer um convenio entre UFSC e Adami S/A. Considerando que era

observado no viveiro a superioridade de mudas com micorrização natural em relação as outras que não apresentavam essa característica. Com a parceria teríamos a oportunidade de testar fungos indicados para a espécie e comprovar ou não a efetividade da simbiose.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a efetividade da utilização de um sistema de aplicação de isolados de fungos ectomicorrizicos, na empresa Adami S/A em Santa Catariana, em mudas da espécie de *Pinus taeda*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os seguintes parâmetros: diâmetro de colo, altura, massa seca, análise de P e N referente à parte aérea e radicular, em viveiro;
- Avaliar os seguintes parâmetros: índice de sobrevivência de mudas, diâmetro de colo e altura das plantas, em campo, sendo aos seis e oito meses após o plantio;
- Verificar se há eficiência na inoculação com micorrizas em mudas da espécie de *Pinus taeda* para maiores índices de sobrevivência, absorção de nutrientes, e demais fatores de crescimento.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Referencial Teórico

O manejo florestal é embasado nas características específicas de cada da floresta, como o clima, tipo de solo, espécie plantada, densidade da floresta, espaçamento, objetivo da utilização da matéria prima a ser explorada, material genético, entre outras variáveis. Dessa forma, são realizados estudos com todos esses fatores e análise dos dados coletados em campo para fazer o planejamento da melhor forma de aproveitamento da floresta e para a produção de madeira para o uso mais rentável (EMBRAPA, 2017).

A manutenção da cobertura florestal pode ser realizada por meio das práticas de manejo florestal de precisão, a qual é considerada uma atividade econômica e apresenta ferramentas matemáticas de planejamento e de pesquisa operacional, que associadas aos Sistemas de Informações Geográfica (SIG), têm um melhor desempenho na execução do manejo. O planejamento estratégico operacional permite uma exploração sustentável com menor custo e impacto reduzido ao meio ambiente (BRAZ, 2004).

No ramo madeireiro a exigência do mercado por produtos certificados cresce cada vez mais, requerendo que os produtores se responsabilizem com uma produção sustentável (MAEDA et al., 2017).

Com a prática da silvicultura de precisão em uma floresta a tomada de decisão possui mais confiabilidade, reduzindo os erros devido ao banco de dados e informações que foram coletadas e processadas, de forma que a disponibilidade dessas informações e a agilidade no acesso destas tornam a execução das decisões mais eficazes e rápidas podendo ser elementos de redução de custos (VETTORAZZI; FERRAZ, 2000).

Para Vettorazzi e Ferraz (2000) a floresta em seu ciclo de desenvolvimento é tomado pela base de três fases, sendo a primeira a implantação ou reforma da floresta; a segunda a floresta estabelecida; e a terceira o pré corte ou o corte.

De acordo com considerações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2017) os desbastes da floresta fazem parte do manejo florestal, de modo que em um

reflorestamento á medida que as árvores crescem há competição por luz, água e nutrientes. Assim são retirados os indivíduos que tem qualidade inferior, ou seja, árvores bifurcadas, tortas, doentes para que as outras árvores mais desenvolvidas se desenvolvam melhor e produzam uma matéria prima de qualidade superior.

Com a utilização do manejo de precisão há possibilidade do monitoramento de vários indicadores, como áreas afetadas por geadas e incêndios, áreas com riscos de haver incêndios, estratificação da área para fins de inventário (os inventários florestais são a base de dados para qualquer planejamento florestal), levantamento de focos de doenças, monitoramento nutricional, avaliação do potencial de produtividade do solo e susceptibilidade á erosão (MAEDA et al., 2017).

O SIG é um sistema que processa informações da variabilidade dos atributos que são lançados no seu banco de dados, a partir de módulos específicos geram um conjunto de dados estimados (BOGNOLA et al., 2017).

Esses estudos para o planejamento do manejo da floresta pode ser realizado com o auxílio de *softwares* que muitas vezes são disponibilizados gratuitamente. Os *softwares* da família SIS, por exemplo, são simuladores para o manejo florestal, de forma que apresentam uma expectativa de análise econômica, modelagem, crescimento e produção da floresta, auxiliando na projeção da produção da floresta (EMBRAPA, 2017).

O sistema SISPINUS possibilita o cálculo do FAB (fator de área basal) de 2,3, proposto por Daniels, Burkhardt e Clason (1986), que indica o raio de influência competitiva de cada árvore. Esses *softwares* de modelagem e simulação fazem um diagnóstico e previsão do crescimento e produção da floresta servindo de base para otimização da produção madeireira e da renda. (OLIVEIRA, 2011 *apud* OLIVEIRA; CARDOSO; FRANCISCON, 2017).

Esses modelos foram criados a partir de um banco de dados bem caracterizado, com inventários contínuos e experimentos desenvolvidos pela Embrapa e Empresas florestais (OLIVEIRA; CARDOSO; FRANCISCON, 2017).

Segundo Gonçalves e Álvares (2005) para a aplicação das ferramentas da silvicultura de precisão são necessárias a análise de todas as variáveis, com o uso de tecnologias da informação, como o sensoriamento remoto, o sistema de posicionamento global (GPS) e o sistema de informação geográfica (SIG).

Essa variabilidade faz da geoestatística uma das ferramentas de suporte para o manejo florestal de precisão. A geoestatística é baseada em cálculos estatísticos, alimentado por dados, como coordenadas locais ou geográficas, onde cada atributo terá informações quantitativas e qualitativas, essas informações podem ser coletadas in loco, através de mapas temáticos, imagens de satélite, ou fotografias aéreas (BOGNOLA et al., 2017).

Para Galizia; Ramiro e Rosa (2016) a análise dos dados georreferenciados aumenta a exatidão e a precisão das decisões para cada situação.

A obtenção de dados podem ser realizadas por meio de sensoriamento remoto, fotogrametria aérea ou amostragens direta em campo, a partir desse diagnóstico das áreas são confeccionados mapas, planilhas, e utilizados *softwares* que auxiliam no planejamento da floresta desde o viveiro até a destinação da matéria prima, o que por sua vez apresentam probabilidades muito próximas da realidade das estimativas de produção da floresta, rentabilidade, gastos, mão de obra, insumos, entre outros (MAEDA et al., 2017).

Os sistemas de precisão garantem maior homogeneidade na aplicação de insumos, de forma que melhora a qualidade da operação e aumenta o controle sobre ela (GALIZIA; RAMIRO; ROSA, 2016).

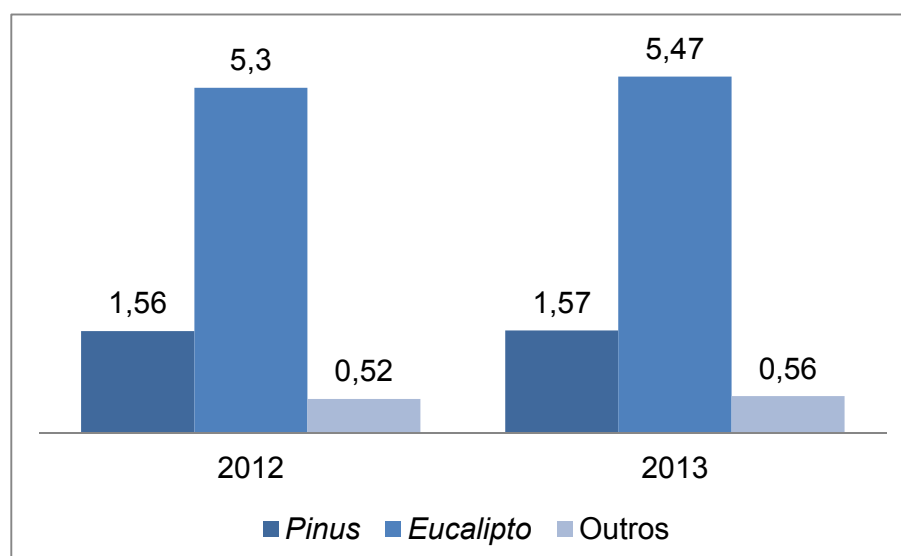
A implantação do *Pinus* sp. na atividade da silvicultura no Brasil trata dos aspectos ligados a sociedade e economia, controle de pragas, melhoramento genético e sistemas silvipastoris, agregando maior valor econômico à madeira mediante tratamentos e estudos para melhorar suas propriedades físicas e mecânicas, com maior índice de crescimento em menor tempo (SHIMIZU, 2008).

O *Pinus taeda* é uma espécie exótica no Brasil, trazida do Sul e Sudeste dos Estados Unidos. Tem grande potencialidade de crescimento e grande expectativa de produção por apresentar adaptação a vários *habitats* diferenciados (BOGNOLA, 2007). A espécie exótica ou introduzida pode ser qualquer espécie retirada e colocada em um ambiente ou região diferente, fora seu *habitat* e distribuição natural. Assim apresenta vantagem competitiva sobre as nativas devido à ausência de predadores, exercendo dominância sobre a biodiversidade local (PORTZ, 2011).

Conforme relata a ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (2009), a partir da década de 60 foi criado um programa de incentivos fiscais ao reflorestamento, que por sua vez deu origem aos primeiros pomares de sementes clonais (PSC), para o plantio das espécies produtivas com o *Pinus elliottii* e de *Pinus taeda* os quais eram a melhor opção para obter resultados econômicos rentáveis. Dessa forma foi sendo substituído o plantio da Araucária, que se torna escassa na região sul do país.

A área ocupada com árvores plantadas no Brasil pode ser observada na Figura 1, que identifica plantios em milhões de hectares no período de 2012 e 2013. Destaca-se com 5,3 milhões de hectares o plantio de *Eucalipto* sp em 2012, e em 2013 com crescimento de 0,17 ha (ABRAF, 2013).

Figura 1. Área ocupada com árvores plantadas no Brasil, anos de 2012 e 2013.



Fonte: ABRAF – Indústria Brasileira de árvores (2014), modificado pelo autor.

Segundo ABRAF (2013), o plantio de *Pinus* sp. no Brasil teve seu auge em 2009 com 2.073.720 ha plantados, mas vem decaindo, com 1.562.783 ha em 2012. Em 2013 o estado do Paraná ocupava o primeiro lugar apresentando média de 39% do plantio e em segundo lugar, Santa Catarina com 30%. Conforme Tabela 1 observa-se a área por hectare ocupada de *Pinus* sp. nos estados brasileiros no intervalo de 2006 a 2013.

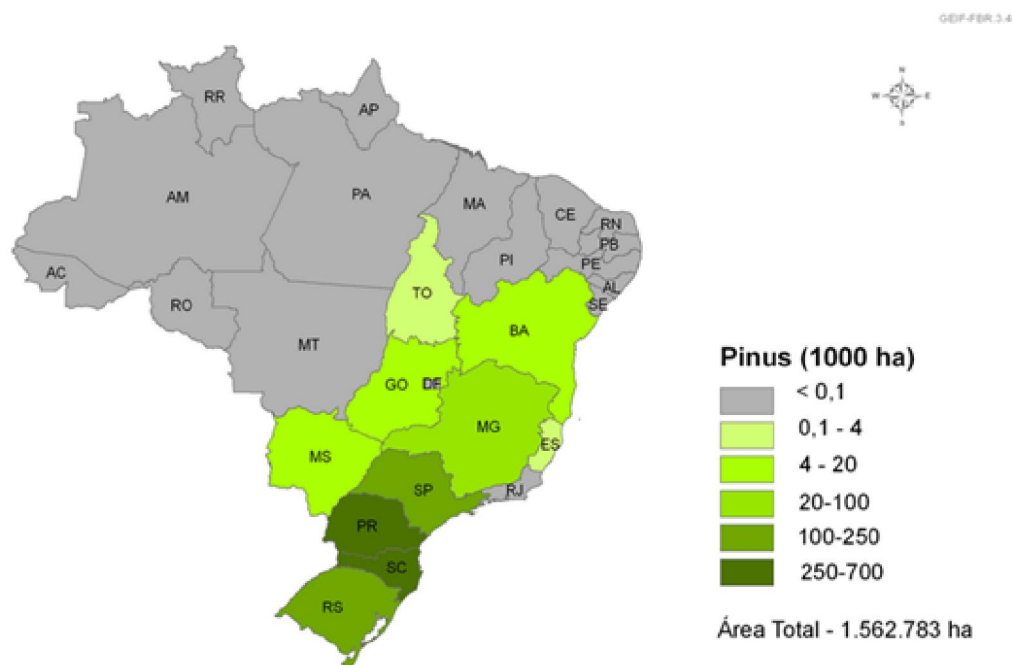
Tabela 1. Histórico de áreas ocupadas por *Pinus* sp. nos estados brasileiros no período de 2006 a 2013.

ESTADO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Paraná	686.453	701.578	714.890	695.790	686.509	658.707	619.731	662.296
Santa Catarina	530.992	548.037	551.220	550.850	545.592	538.254	539.377	540.542
Rio Grande do Sul	181.378	182.378	173.160	171.210	168.955	164.806	164.832	164.174
São Paulo	214.491	209.621	172.480	167.660	162.005	156.726	144.802	127.693
Minas Gerais	146.000	143.395	145.000	140.000	136.310	75.408	52.710	46.807
Goiás	14.409	13.828	15.200	15.200	12.160	10.760	16.432	9.151
Mato Grosso do Sul	28.500	20.697	18.800	16.870	13.847	11.871	9.825	8.330
Bahia	54.820	41.221	35.090	310.040	26.570	21.520	11.230	7.298
Espírito Santo	4.408	4.093	3.990	3.940	3.546	2.546	2.546	2.801
Tocantins	-	700	850	850	850	850	853	609
Amapá	20.490	9.000	1.620	810	15	445	445	445
Mato Grosso	7	7	10	10	-	-	-	-
Maranhão	-	-	-	-	-	-	-	-
Pará	149	101	10	-	-	-	-	-
Piauí	-	-	-	-	-	-	-	-
Outros	4.189	-	-	490	-	-	-	-
Total	1.886.286	1.874.656	1.832.320	2.073.720	1.756.359	1.641.893	1.562.783	1.570.146

Fonte: ABRAF – Indústria Brasileira de árvores (2014), modificado pelo autor.

Na Figura 2, pode ser observada as áreas de plantações de *Pinus* sp. no Brasil, referente ao ano de 2012, em destaque os estados do Paraná e Santa Catarina, que ficam entre 250 e 700 ha plantados.

Figura 2. Representação da área de plantio de *Pinus* sp. no Brasil, no ano de 2012.



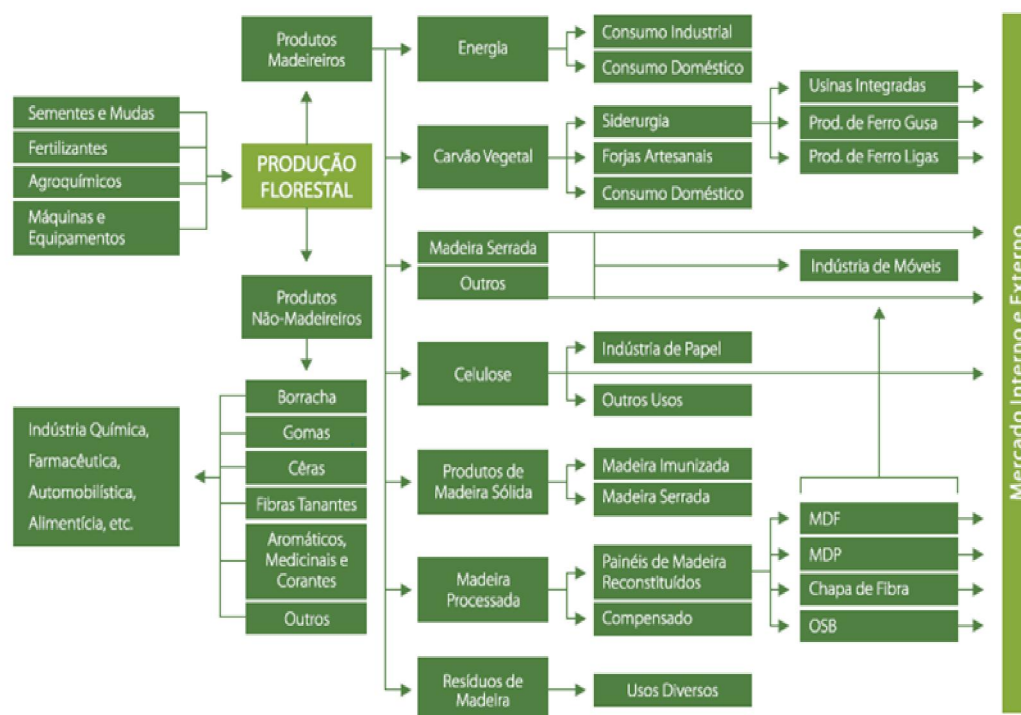
Fonte: ABRAF (2013).

De acordo com o Relatório Anual IPEF (2013) há cerca de 2 milhões de hectares de *Pinus* sp. plantados no Brasil, com produtividades médias variando de 18 - 28 m³ ha/ ano, alcançando até 40 m³/ano. Esta variabilidade se dá pelo potencial de ganho de produtividade, levando em consideração os genótipos e nutrição e/ou operacional, qualidade de preparo de solo, plantio e tratos culturais.

A alternativa pelo plantio do *Pinus taeda* é justificado por essa espécie apresentar menor teor de resina contida na madeira, a qual é um obstáculo para a sua industrialização, pelas excelentes qualidades das fibras, ainda por apresentar boas características de conversão mecânica em chapas e madeira cerrada e multiplicidade de usos da sua madeira (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2006).

As florestas plantadas se destacam por apresentar diversificação de seus produtos madeireiros e não madeireiros, conforme Figura 3.

Figura 3. Relação das diversas vias de utilização da madeira e seus subprodutos no mercado interno e externo.



Fonte: VIEIRA, adaptado por SCTP, 2010 anuário ABRAF, 2011.

Segundo Brady (1996) *apud* Prevedello (2008) a taxa de crescimento da floresta pode ser acrescida se a relação de densidade total e resistência à penetração de raízes forem baixas; e a porosidade total, macroporosidade e disponibilidade de água forem altas.

O manejo florestal sustentável abrange a proteção florestal das toras e produtos diversos, com a intenção de reduzir os custos, utilização de produtos químicos, a otimização da produção florestal em todo seu ciclo de vida, considerando os aspectos ambientais, como as reservas naturais e as áreas de preservação permanente - APPs, de forma a garantir a sobrevivência da flora, fauna, proteção das nascentes e dos demais recursos abióticos; e os econômicos e sociais (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2006).

De acordo com Embrapa Florestas (2015) o *Pinus* sp. pode ser atacado por patógenos, principalmente fungos, em todas as partes de sua cadeia produtiva, podendo causar as seguintes doenças:

- Tombamento de mudas;
- Podridão-de-raiz;
- Vespa da madeira;
- Mofo-cinzentos;
- Queima de mudas por *Sphaeropsis*;
- Armilariose;
- Queima de acículas por *Cylindrocladium*;
- Seca de ponteiros e morte de árvores por *Sphaeropsis*;
- Fumagina;
- Afogamento do coleto;
- Enovelamento de raízes;

Do mesmo modo as geadas; descargas elétricas, enchentes, secas e o granizo são fatores danosos de origem abiótica aos seres vegetais.

Por isso a fase inicial do crescimento de *Pinus* sp. no viveiro é a mais sensível, pois é onde serão potencializadas as características de sobrevivência e qualidade (SIMÕES, 1989).

De acordo com o Manual de Produção de Mudas de Espécies Florestais Nativas da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (2006) o viveiro é o local onde serão produzidas as mudas, acondicionadas em ambiente favorável

e dispostas de forma regular. Passa no primeiro momento pela fase de germinação, o qual permanece na fase de estufa onde ocorre o nascimento das plântulas. Após trinta dias de permanência das bandejas na estufa ocorre a retirada de falhas, depois disso os tubetes germinados passarão a ocupar 100% dos alvéolos das bandejas, e então são conduzidas para a casa de sombra (Figura 4), a aclimação, segunda fase possui um sombreamento de 50%. Após dez dias de permanência neste estágio e passado o estresse de mudança das bandejas, começa o espaçamento das mudas que compreende a separação destas, por altura sendo colocadas em bandejas diferentes, com espaçamento em torno de 70%. Ao final desta etapa se reduz a irrigação, após sessenta dias as mudas são conduzidas para a rustificação, etapa final do viveiro, onde continua-se reduzindo a irrigação para que as mudas estejam preparadas e adaptadas para plantio (Figura 5). Neste período as mudas são submetidas a várias classificações por altura para que haja uniformidade no lote.

Figura 4. Estufa de mudas de *Pinus taeda* em viveiro na fase de Germinação.



Fonte: autoria própria.

Figura 5. Vista da locação de mudas de *Pinus taeda* em fase de aclimatização e rustificação.



Fonte: autoria própria.

De maneira geral, os viveiros podem ser estruturados de diversas formas, como metálico, de madeira, suspenso, no chão, ao ar livre, coberto com sombrite, e/ou ainda com plástico, entre outros. Para operação do viveiro deve haver um manejo planejado como a irrigação (Figura 6), tempo de semeadura, proteção do vento, temperatura, controle de produção, substrato específico para cada espécie semeada (GÓES, 2006).

Figura 6. Vista do sistema de irrigação no viveiro de mudas de *Pinus taeda* da área de rustificação.



Fonte: autoria própria.

Conforme entendimento de Constantino et al. (2010), o plantio das sementes em recipientes adequados e uso de sementes de alto potencial genético e fisiológico pode levar a bons resultados, como a padronização das mudas. Os recipientes mais adequados para plantio de *Pinus* sp. são os tubetes de plástico rígido (polipropileno) porque oferecem melhor controle nutricional, proteção contra danos mecânicos e desidratação, além de ser mais fácil seu manejo (Figura 7). As dimensões desses recipientes se não bem estudados e avaliados podem causar deformações radiculares.

Figura 7. Ilustração dos tubetes mais indicados para plantio de *Pinus taeda*.



Fonte: autoria própria.

A distribuição manual de nutrientes em viveiro, como a adubação, disseminação de fertilizantes, por exemplo, é definida conforme a demanda de nutrientes da planta para atingir a produção esperada. Essa distribuição “artificial” só é recomendada quando a demanda da planta é maior do que a que o solo pode fornecer, respeitando as doses, épocas e modo de aplicação (VOGEL et al., 1999).

O plantio pode ser manual, mecanizado ou semi-mecanizado. Inicia-se pelo preparo do solo (Figura 8), que acarreta a diminuição da resistência do solo, para melhor desenvolvimento das raízes das mudas a serem plantadas, e na penetração da água (Técnicas de Plantio de Florestas, 2010). Geralmente são utilizados espaçamento de 2 – 3 metros, para facilitar a entrada de tratores nas áreas plantadas (TREFLOR, 2010). Mas o sistema de plantio (Figura 9) é definido de acordo com o objetivo do empreendimento e os usos dos produtos da floresta (PIUBELLA FLORESTAS, 2015). Como pode ser observado nas figuras abaixo.

Figura 8. Ilustração de como é feito o preparo do solo na empresa Adami S/A para plantio de mudas de *Pinus taeda*.



Fonte: autoria própria.

Figura 9. Ilustração de como é realizado o plantio na empresa Adami S/A das mudas de *Pinus taeda* no campo.



Fonte: autoria própria.

Na manutenção da floresta são realizadas algumas atividades como: roçada, desrama, colheita, inventário, planejamento estratégico e o baldeio (carregamento – transporte), entre outros. Levando em consideração o fluxo da matéria prima para as serrarias e o cuidado com as estradas em períodos desfavoráveis como os chuvosos (TREFLOR, 2010).

Segundo Coelho (2010) os regimes de manejo podem ser classificados como:

- Tratamento 1: sem desbaste, árvores com aproximadamente 32 anos;
- Tratamento 2: dois desbastes, árvores com aproximadamente 36 anos;
- Tratamento 3: três desbastes, árvores com aproximadamente 32 anos;
- Tratamento 4: quatro desbastes, árvores com aproximadamente 30 anos.

Os desbastes têm o intuito de eliminar os indivíduos indesejáveis, mal desenvolvidos, o que irá proporcionar espaços maiores para crescimento das árvores restantes, incrementando seu volume, e elevando a produtividade comercial dos sortimentos (MAINARDI; SCHNEIDER; FINGER, 1996).

O plano de manejo deve ser seguindo conforme orientações dos responsáveis técnicos pela implantação dos povoamentos, ainda mais a interação dos fatores edafoclimáticos com os fatores biofísicos, o que contribui para a produtividade; e escolha da espécie específica de adaptação de cada ecossistema diferenciado (BOGNOLA, 2015).

As espécies de *Pinus* sp. são conhecidas como pouco exigentes em nutrientes, seus plantios podem ser realizados em sítios de baixa fertilidade, frequentemente em condições bastante adversas para o desenvolvimento das espécies florestais nativas. O solo é a característica do “*habitat*” que mais influência o crescimento das plantas, de acordo com a variação das condições edáficas e o potencial do solo; como a textura, estrutura, temperatura, pH, fertilidade, umidade (VOGEL et al., 1999; RIGATTO, 2002).

Os microorganismos presentes no solo desempenham papel importante para os processos fisiológicos, compreendendo a patogenicidade, saprofismo, e a simbiose. Esta última se apresenta em forma de associação micorrízica, por sua capacidade de aumentar a absorção de nutrientes do solo pelas plantas, permitindo que a planta explore melhor suas reservas, ainda, pode

aumentar a resistência das plantas nos períodos de estiagem e no transplântio das mudas (MIRANDA, 1993).

3.2 Micorrização e suas interações

A micorriza é uma associação natural entre alguns fungos do solo e as raízes das plantas, estabelecem uma série de inter-relações biotróficas. Os filamentos que compõem o corpo dos fungos se associam às raízes que ocupam maior volume do solo, passando a funcionar como um sistema radicular adicional a planta, que se estende por espaços físicos não alcançados somente pela raiz (SILVEIRA, 1992).

Em considerações relatadas por Oliveira (2004) em ecossistemas terrestres as raízes da maioria das plantas apresentam algum tipo de interação com fungos simbioss mutualistas, originando associações denominadas micorrização.

A classificação da micorriza é dividida em endomicorizas e ectomicorizas, o que as diferencia é que a primeira o fungo penetra nas células e forma estruturas fúngicas dentro delas, e a segunda não penetra nas células da planta hospedeira (MIRANDA, 1986).

As endomicorizas apresentam uma distribuição geográfica vegetal mais larga que as ectomicorizas. Caracteriza-se por desenvolvimento do fungo no córtex, com penetração inter e intracelular, formação de vesículas, pelotões, arbuscúlos e crescimento micelial extra-radicular, com ramificações de hifas no solo (GALLOTTI, 2008).

As ectomicorizas se desenvolvem melhor em climas temperados e frios; são essenciais para o crescimento e desenvolvimento de espécies arbóreas. Além de ajudarem a absorver nutrientes, eles protegem as raízes das plantas de patógenos, formando uma rede fúngica intermolecular (*Hartig*), e ainda um manto fúngico (MIRANDA, 1993).

Em específico, as ectomicorizas se individualizam pela baixa diversidade de hospedeiros e alta diversidade de fungos, em contraposição as micorrizas arbusculares (endomicorizas) considerados simbioss obrigatórios, pois dependem da associação com a planta hospedeira para completar seu ciclo. Sua associação de simbiose se destaca por apresentar o fenômeno de

especificidade fungo-hospedeiro, como o gênero *Suillus* com o *Pinus* sp. (OLIVEIRA; GIACHINI, 1999).

A formação desse tipo de micorriza é resultante da interação entre planta, ambiente, e fungo. As condições fisiológicas do hospedeiro podem determinar o estabelecimento da infecção, de acordo com o potencial de inócuo do fungo micorrízico (PIM) associado à densidade do sistema radicular, o qual evidencia o número de micorriza que podem ser reproduzidas em cada tipo de solo (BELLEI; CARVALHO, 1992).

De acordo com estudos realizados na Escócia pelo grupo “*Edinburgo University*”, a especificidade entre fungo-hospedeira passa por sucessões de acordo com a idade das plantas, onde os fungos eram substituídos gradativamente por outras espécies, como por exemplo, dos fungos ectomicorrízicos de estágio inicial, tardio, e alguns casos multiestádios o fungo *Suillus* predomina em plantios de idade avançada, e o *Rhizopogon* sp. nas mais jovens (OLIVEIRA; GIACHINI, 1999).

O caráter mutualístico pode apresentar vários benefícios para ambas às partes envolvidas. Em condições de pouco ou excessiva quantidade disponível de nutrientes a interação entre fungo e planta é reduzida o que pode levar ao parasitismo (SAGGIN; LOVATO, 1999).

A aplicabilidade da micorrização auxilia o aumento da capacidade das plantas em absorver nutrientes do solo, principalmente o fósforo, beneficiando o crescimento e produção; é eficiente para melhorar a resposta das culturas aos diversos corretivos e adubos utilizados para a correção e fertilização dos solos; e aumenta a agregação das partículas do solo (EMBRAPA, 1999).

A habilidade dos fungos se associarem as plantas evoluiu como uma estratégia de sobrevivência para os simbioss, que determinou a composição das comunidades vegetais, o que pode promover melhor absorção de água e nutrientes, como o P (fósforo) e N (nitrogênio) (OLIVEIRA, 2004). A absorção de nutrientes, como o transporte de fosfato para as raízes que via hifa micorrízica pode ser mil vezes mais rápido que através da difusão pelo solo, além disso, ajuda na absorção de água e nutrientes transportados por fluxo de massa (SAGGIN; LOVATO, 1999).

A dependência micorrízica (DM) pode estar relacionada com o genótipo e fenótico, como a morfologia das raízes. Mas o beneficiamento da interação

entre a planta e o fungo representa a eficiência dessa interação (SAGGIN; LOVATO, 1999).

Ainda segundo o mesmo autor, a produção de mudas micorrizadas deve-se ter alguns cuidados com a irrigação (o fungo requer condições aeróbias); iluminação (devido a taxa fotossintética da planta hospedeira); uso de pesticidas e fungicidas, pois estes podem prejudicar a associação micorrízica.

Os métodos de inoculação são variados, pode ser feita por inclusão do micélio do fungo fermentativo em um gel como o alginato de cálcio, o que imobiliza as células microbianas. Tornando-o mais eficiente em comparação com outras técnicas, possivelmente pela proteção do micélio contra os fatores bióticos e abióticos. Estima-se que 100 gramas de micélio são suficientes para a inoculação de 1 metro quadrado de viveiro (OLIVEIRA; GIACHINI, 1999).

Os fungos ectomicorrízicos apresentam elevada eficiência na micorrização de mudas em viveiros de coníferas nos Estados Unidos e Europa. Por conseguinte esses fungos produzem corpos de frutificação e disseminação de seus esporos pelo vento, proporcionando a inoculação natural (GALOTTI, 2008).

O sucesso da disseminação da micorrização para a espécie de *Pinus* sp. em viveiros é derivada do manejo dessa inoculação, que pode ser feita via adição ao substrato de acículas picadas de *Pinus* sp.; adição ao substrato terra oriunda de plantios de *Pinus* sp. Isso porque em plantios que se tem alta proliferação de micorrizas, as acículas apresentam esporos de várias espécies de fungos ectomicorrízicos que irão posteriormente germinar e colonizar as raízes; no solo os esporos apresentam estruturas vegetativas com fungos micorrízicos como hifas e micélio (SAGGIN; LOVATO, 1999).

A qualidade e tipo de micorriza a ser inoculada deve ser estudada, de acordo com a ausência de patógenos que compromete o controle fitossanitário, pela introdução não intencional de doenças e pragas no inoculante, o que pode acarretar espécies não eficientes, que por sua vez é o resultado contrário do esperado (ROSSI, 2006).

De acordo com entendimento de Bellei e Carvalho (1992) as ectomicorrizas ocorrem em cerca de 5% das plantas, sendo mais restritivas e importantes no setor florestal, pois predominam em plantas lenhosas. Em

especial as espécies *Suillus* e *Rhizopogon* sp. são conhecidas por se associarem a plantas coníferas (VOIGT, 2000).

A ocorrência da micorrização pode ser apresentada de forma natural ou controlada (inoculação artificial) e conforme Tabela 2, pode-se observar a variabilidade dos tipos de micorrizas ocorrentes em *Pinus* sp. (KRÜGNER; TOMAZELLO, 1982).

Tabela 2. Classificação de tipos de micorrizas suas respectivas presença em *Pinus*.

Ordem	Família	Espécie	Hospedeiro
Boletales	Boletaceae	<i>Boletus piperatus</i>	<i>P.taeda</i>
		<i>Rhizopogon fuscus</i>	<i>Pinus</i> sp.
		<i>R. nigrescens</i>	<i>Pinus</i> spp.
		<i>R. rubescens</i>	<i>P.taeda</i>
		<i>R. vulgaris</i>	<i>P.taeda</i>
		<i>Suillus cothurnatus</i>	<i>Pinus</i> sp.
Agaricales	Amanitaceae	<i>S. granulatus</i>	<i>Pinus</i> spp.
		<i>Amanita muscaria</i>	<i>P.taeda</i>
	Ticholomataceae	<i>A. pantherina</i> ver. <i>Multisquamata</i>	<i>P.taeda</i>
		<i>Laccaria bicolor</i>	<i>P.taeda</i>
		<i>L.laccata</i> <i>L. laccata</i> var. <i>pallidifolia</i>	<i>P.taeda</i>
		<i>L. tortilis</i>	<i>P.taeda</i>
		<i>L.fragilis</i>	<i>Pinus</i> spp.
		<i>L. rufus</i>	<i>P.taeda</i>
		<i>L. rufus</i> ver. <i>Parvus</i>	<i>P.taeda</i>
Aphylophorales	Thelephoaceae	<i>Thelephora americana</i>	<i>Pinus</i> sp.
		<i>T. griseo-zonata</i>	<i>Pinus</i> sp.
Sclerodermatales	Sclerodermataceae	<i>Scleroderma albidum</i>	<i>Eucalyptus</i> spp. e <i>Pinus</i> sp.
		<i>S.bovista</i>	<i>Eucalyptus</i> spp. e <i>Pinus</i> sp.
		<i>S.citrinum</i>	<i>E. dunni</i> e <i>P. taeda</i>
		<i>S.floridanum</i>	<i>Eucalyptus</i> spp. e <i>Pinus</i> spp.
		<i>S. fuscum</i>	<i>Pinus</i> spp.
		<i>S.uruguayense</i>	<i>Pinus</i> spp.

Fonte: OLIVEIRA; GIACHINI (1999), adaptado pelo autor.

A espécie *Suillus* sp. são basidiocarpos que se desenvolvem na superfície do solo, em forma de cogumelo, apresenta coloração creme à marrom, e a estipe de branco à creme claro, conforme pode-se observar na Figura 10 e Figura 11. Os *Rhizopogon* sp. apresentam-se de forma globosa, arredondada, coloração marrom e rizomorfos escuros envolvendo o corpo de frutificação, se caracteriza por ser esponjosa, coriácea (Figura 12). *Cenococcum* sp. é o tipo de fungo considerado como fungo imperfeito por se apresentar anamorficamente; ectomicorrízica cosmopolita (Figura 13)

Figura 10. Basidiocarpo de fungo etmicorrizico tipo *Suillus luteus* (L.: Fr.) Roussel.



Fonte: Di Pancrazio Campagna.

Figura 11. Basidiocarpo de fungo ectomicorrízico tipo *Suillus*.



Fonte: COSTA et al. (2015).

Figura 12. Basidiocarpo de fungo ectomicorrízico tipo *Rhizopogon*.



Fonte: COSTA et al. (2015).

Figura 13. Micorrizas de *Cenococcum geophilum* em castanheiro



Fonte: CARVALHO, 2014.

3.3 Parâmetros de avaliação do crescimento de *Pinus* sp.

A formação de florestas com alta produção depende da qualidade das mudas plantadas, em virtude da nutrição que recebem no viveiro, e sua variabilidade genética (sementes), para que possam sobreviver aos fatores externos de campo (CARNEIRO, 1976).

A avaliação fisiológica das plantas refere-se ao balanço hídrico, absorção de nutrientes, capacidade de regeneração de raízes, os quais estão diretamente relacionados ao crescimento da muda (NOVAES, 1998).

A necessidade hídrica para produção de mudas é variável de acordo com cada espécie. O processo de aclimatização no viveiro é determinante para que essas mudas se adaptem á deficiência hídrica no campo, considerando as condições diferenciadas de disponibilidade de água (RODRIGUES et al., 2011).

O potencial de regeneração das raízes (PRR) é relacionado ao alongamento em profundidade e o crescimento das raízes laterais, o que visa avaliar o desempenho das mudas no campo (NOVAES, 1998).

Sua morfologia (qualidade física e/ou visível – externa) pode ser considerada em virtude do:

- a) Diâmetro de colo;
- b) Sistema radicular;
- c) Idade;
- d) Altura da parte aérea;
- e) Proporção entre as partes: aérea e subterrânea
- f) Proporção: diâmetro de colo/ altura da parte aérea;
- g) Massa seca, verde e total das partes aéreas/ subterrânea;
- h) Rigidez da haste.

Embora a consideração seja feita com estes parâmetros, deve ser considerado mais que um para a classificação, devido à interdependência dos fatores, pois mudas mais velhas são mais altas e as mais jovens apresentam menor diâmetro de colo, por exemplo. Para pesquisadores americanos além dos fatores de diâmetro de colo e altura, são considerados a rigidez da haste, comprimento das acículas e presença de casca, de acordo com cada espécie (CARNEIRO, 1976).

Conforme o mesmo autor, o diâmetro de colo é o parâmetro considerado para atestar o refugo de mudas com pequena possibilidade de sobreviver após o plantio, e menor desenvolvimento em campo. Ainda considera melhor o diâmetro de colo ao invés da altura, onde o diâmetro varia de acordo com a idade e oferecem maior resistência a fogos de prescrição (queima controlada).

O incremento da massa seca, principalmente no sistema radicular pela inoculação de micorrização em mudas de *Pinus* sp. pode ser um fator importante para se estabelecer mudas em áreas degradadas (SILVA et al., 2002).

Segundo Carneiro (1976) a idade das árvores não pode ser considerada como indicativa de padrão de qualidade. De fato, estudos realizados no estado de Oklahoma-EUA, obtiveram conclusões de que mudas com menor altura e diâmetros maiores apresentavam maiores índices de sobrevivência após o plantio.

O incremento da análise de massa seca, principalmente no sistema radicular pela inoculação de micorrização em mudas de *Pinus* sp. pode ser um fator importante para se estabelecer mudas em áreas degradadas (SILVA et al., 2002).

Os teores de P e N são determinantes para o crescimento das plantas, sendo que o P controla o comportamento da simbiose micorrízica (HUNGRIA et al.; SAGGIN JUNIOR; LOVATO, 1999).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Primeira etapa: Viveiro

O viveiro florestal está localizado na Fazenda Cachoeira (propriedade da empresa Adami S/A), no município de Caçador/SC (Figura 14). O município situa-se na Bacia hidrográfica do Rio do Peixe (LOMBARI; LUCENA; FERRI, 2013). Sua localização geográfica está sob Latitude 26°47'05,18" S, e Longitude de 50°54'58,37" O, com altitude média de 920 metros acima do nível do mar; precipitação total entre 1.600 e 1.800 mm/ano e temperatura média anual é de 16,6 °C (Prefeitura Municipal de Caçador, 2015).

O viveiro onde o experimento foi iniciado em 18/12/2014 possui 40 anos de funcionamento.

Figura 14. Localização do viveiro florestal de produção de mudas de *Pinus taeda* onde foi realizada a primeira etapa do experimento.



Fonte: Imagem de Satélite, GoogleEarth, 2015.

4.1.1 Preparo do substrato e das mudas

O substrato utilizado para a produção das mudas no experimento foi obtido de empresa comercial (MEC PREC), produzido a partir da casca de *Pinus* sp. bioestabilizada como fonte de matéria prima, proveniente de fonte renovável, com umidade média de 54 e 58% e densidade sem compactação entre 360 e 400 gramas por litro, com média igual a 375 gramas por litro (EKO FLORESTAL, 2013).

No preparo do substrato utilizou-se para cada 25 kg de substrato, 15 litros de vermiculita e 280 gramas de adubo de liberação controlada (Osmocote® 18-5-9), proporções usadas também para mudas de plantio comum da empresa ADAMI S/A. O substrato foi autoclavado por um período de uma hora, a 120°C, e repetido o procedimento 72 horas após.

As sementes utilizadas para o experimento foram cedidas pela empresa Adami S/A, estas já se encontravam prontas para o processo de plantio. As sementes usadas no experimento foram do tipo 1ª geração o que significa terem uma geração de melhoramento. São produzidas em pomar de semente clonal (PCS), nesse caso no município de Três Barras - SC, pela empresa Rigesa.

As bandejas foram preenchidas com substrato, contando com auxílio de uma mesa vibratória para ocorrer uma compactação apropriada conforme metodologia padrão para mudas de plantio da empresa.

As mudas foram inoculadas com 10 cápsulas de alginato de cálcio por tubete com os isolados de fungos ectomicorrizicos (*Suillus*, *Rhizopogon*, *Cenococcum*). Os fungos usados foram obtidos da coleção de fungos da Universidade Federal de Santa Catarina.

A semeadura foi realizada de forma manual e direta, e colocada uma semente por tubete. Os tubetes eram de 50 cm³, seis ranhuras internas, e foram dispostos em bandejas de 186 células suspensas a um metro do solo.

4.1.2 Manejo

A condução do experimento foi seguida em de três fases: germinação, aclimação e rustificação.

Figura 15. Demonstrativo de mudas de *Pinus taeda*, com 20 dias após a germinação em viveiro, no ano de 2014.



Fonte: autoria própria.

Depois de semeadas, as bandejas foram cobertas com uma fina camada de vermiculita de 1,5 cm e conduzidas à área de germinação (estufa). As mudas permaneceram por 30 (trinta) dias na estufa, e depois realocadas para casa de sombra por mais 30 (trinta) dias, e posterior rustificação completando o ciclo de viveiro.

4.1.2.1 Determinações de porcentagem de micorrização

A determinação da porcentagem de micorrização foi realizada observando as ranhuras do tubete, as quais serviram de base para a divisão do tubete em seis partes (considerado 100%). A muda foi analisada a olho nu para a observação da ocorrência de micorrizas, sendo atribuídas notas para as respectivas porcentagens, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Tabela demonstrativa de avaliação de porcentagem de micorrização.

Nota	% de colonização
0	ausente
1	25%
2	25 - 50 %
3	50 - 75%
4	75 - 100%

Fonte: autoria própria.

Esta avaliação foi efetuada quando as mudas completaram seis meses, sendo averiguadas todas as plantas do experimento, contendo 280 mudas de cada tratamento, com um total de 1120 mudas avaliadas.

4.1.2.2 Determinação da Massa Seca da parte Aérea em Laboratório

Para determinação da massa seca da parte aérea usou-se 15 mudas por tratamento por bloco totalizando 60 mudas para cada tratamento, com um total de 480 plantas analisadas. As raízes foram separadas da base da planta com o auxílio de uma tesoura, lavadas em água corrente com a ajuda de peneira de malha fina. A parte aérea e radicular foram colocadas separadas em sacos de papel pardo para secar em estufa com temperatura de 104°C até atingirem peso constante.

Posteriormente foram pesadas com o auxílio de uma balança (calibrada), da marca Toledo, com a precisão de miligramas, conforme Figura 16.

Figura 16. Pesagem das mudas em laboratório com balança de precisão para obtenção de massa seca aos seis meses após implantação do experimento.



Fonte: autoria própria.

4.1.2.3 Determinação da altura e diâmetro do colo

Para determinação do diâmetro de colo foi utilizado o paquímetro digital da marca *mitutoyo*, devidamente calibrado, conforme exibição da Figura 17.

Figura 17. Coleta de medida do diâmetro de colo de muda de *Pinus taeda*, em campo.



Fonte: autoria própria.

4.1.2.4 Determinação da Quantidade de Fósforo e Nitrogênio

Para a determinação de fósforo e nitrogênio, foram enviadas 12 amostras de cada tratamento para o Laboratório de Ensaio Químico da Estação Experimental da EPAGRI em Caçador, onde foi analisada a parte de raiz e parte aérea. Os teores de fósforo foram determinados pelo método Espectrometria UV-VIS com determinação colorimétrica pelo método de marelo de vanadato – molibdato de amônia.

4.2 Segunda etapa: Campo

O experimento foi implantado a campo no dia 15 de setembro de 2014, na Fazenda São Francisco do Chapecozinho, município de Ponte Serrada/SC (Figura 18). Localizado no oeste catarinense com as coordenadas de Latitude $26^{\circ}47'06,24''$ S e Longitude de $51^{\circ}51'45,02''$ O, com altitude média de 1064 metros.

Figura 18. Área de implantação do experimento a campo.



Fonte: Imagem de Satélite, Google Earth, 2016.

A área onde foi implantado o experimento era coberta por floresta nativa, posteriormente recebeu a cultura de *Pinus taeda* e a floresta foi retirada com 20 anos de idade, tendo sido realizados desbastes aos 8, 12, 16 anos e posterior corte raso. As intervenções que foram feitas na floresta constituíram todas em semi mecanizadas.

Na implantação do experimento, os blocos foram dispostos ao acaso, sendo feita uma bordadura em torno do experimento com duas linhas de mudas convencionais para o isolamento em relação ao plantio. Em cada bloco foram usadas 40 plantas, totalizando 160 mudas para cada tratamento e o total de plantas utilizadas foram 640 mudas, ocupando uma área de 3.200 m².

4.2.1 Plantio das Mudas

O experimento foi implantado a campo no dia 15/09/2014, e o plantio das mudas realizado por pessoal terceirizado, os quais já fazem os plantios comerciais da empresa.

O preparo do solo foi parcialmente mecanizado, como a área utilizada era de reforma, o local exige uma limpeza prévia com a retirada dos galhos e demais materiais lenhosos para um pátio a parte (onde é instalado um picador que transforma o material em cavaco usado como combustível em caldeiras). Em seguida o trator de esteiras faz a limpeza do material que ainda resta nas leiras, onde serão plantadas as mudas. Depois da área estar parcialmente limpa, ocorre a entrada da equipe de plantio que de forma manual, com o auxílio de uma corda marcada com os respectivos espaçamentos, realizam o plantio das mudas. Assim no plantio, fica duas pessoas segurando a corda, uma em cada ponta para que haja a fixação desta no chão, respeitando os espaçamentos pré definidos, onde são feitas as covas com o “chacho” e posterior colocação das mudas previamente retiradas do tubete e umedecidas em água e são socadas com o auxílio de uma enxada curta, conforme Figura 19.

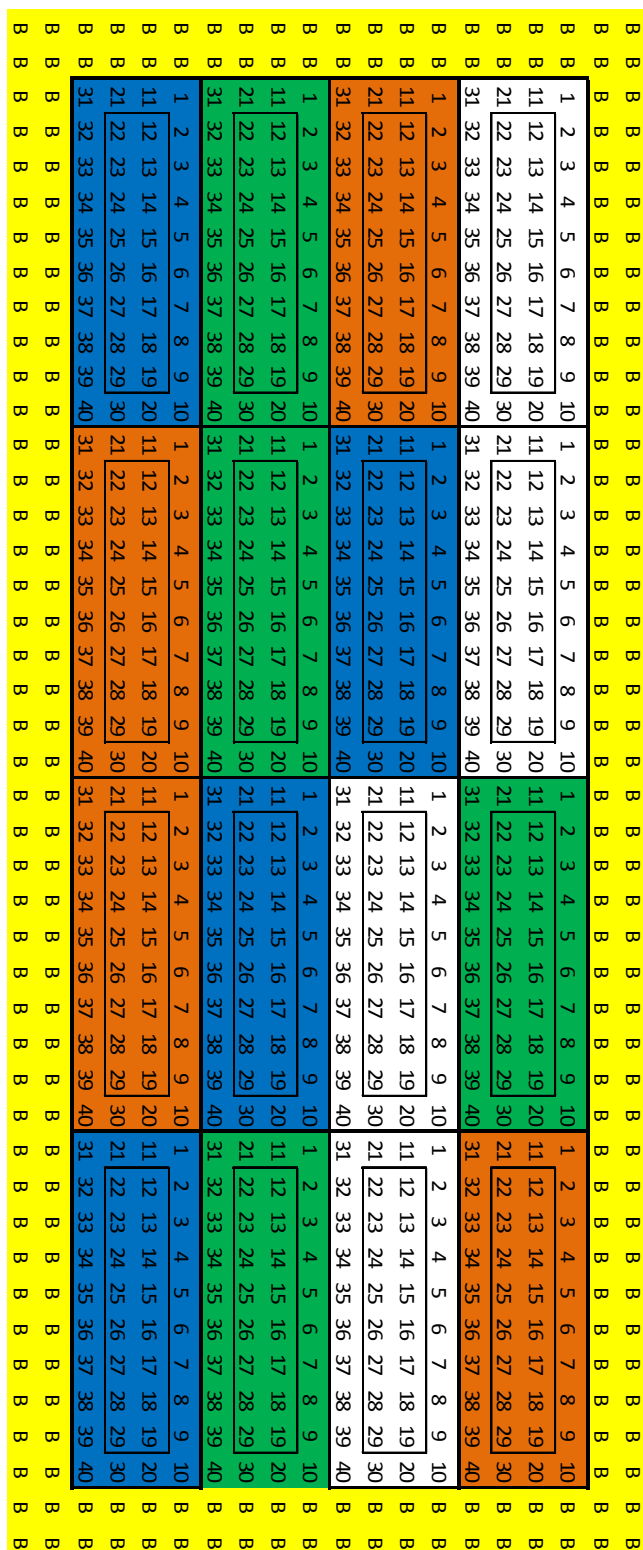
Figura 19. Ilustração de demonstrativo do plantio das mudas de *Pinus taeda* em campo na empresa Adami S/A, em 2014.



Fonte: autoria própria.

A instalação do experimento pode ser observada no croqui apresentado na Figura 20, onde as áreas em marrom são as mudas testemunha, as quais não receberam inoculação direta; as azuis são as mudas inoculadas com o fungo *Suillus* (UFSC –Su 103); as verdes as mudas inoculadas com o fungo *Rhizopogon* sp. (UFSC-Rh72); branco as mudas inoculadas com o fungo *Cenococcum* (Amance); e a área que envolve o experimento em amarelo são mudas comuns, conduzidas fora do experimento, que reagem como efeito de bordadura, ou efeito de borda.

Figura 20. Delineamento dos blocos e áreas de amostragem de coleta de dados.



Fonte: autoria própria.

As mudas analisadas em campo para coleta de dados e acompanhamento para o estudo são as que estão no intervalo de 12 á 19 e 22 á 29, conforme classificação e numeração do croqui (Figura 20).

4.2.1.1 Determinação da Altura a campo

A altura foi determinada com o auxílio de uma trena. Esta determinação foi feita desde a base ate o ápice da planta, de maneira que esta ficasse bem próxima da trena para evitar qualquer tipo de interferência. A primeira medição de altura foi feita dia 18/02/2015, quando as mudas estavam com cinco meses pós-plantio, a segunda coleta de dados foi realizada em 14/05/2015, consequentemente com oito meses pós-plantio. Para esta determinação foram analisadas 256 mudas, 16 mudas por tratamento por bloco, considerando as mudas no interior dos blocos.

4.2.1.2 Determinação do Diâmetro de Colo

O diâmetro de colo foi recolhido com o auxilio de um paquímetro digital de precisão de milímetros, da marca *mitutoyo*, sendo a leitura realizada sempre pela mesma pessoa e sempre na base da planta.

5 DISCUSSÕES E RESULTADOS

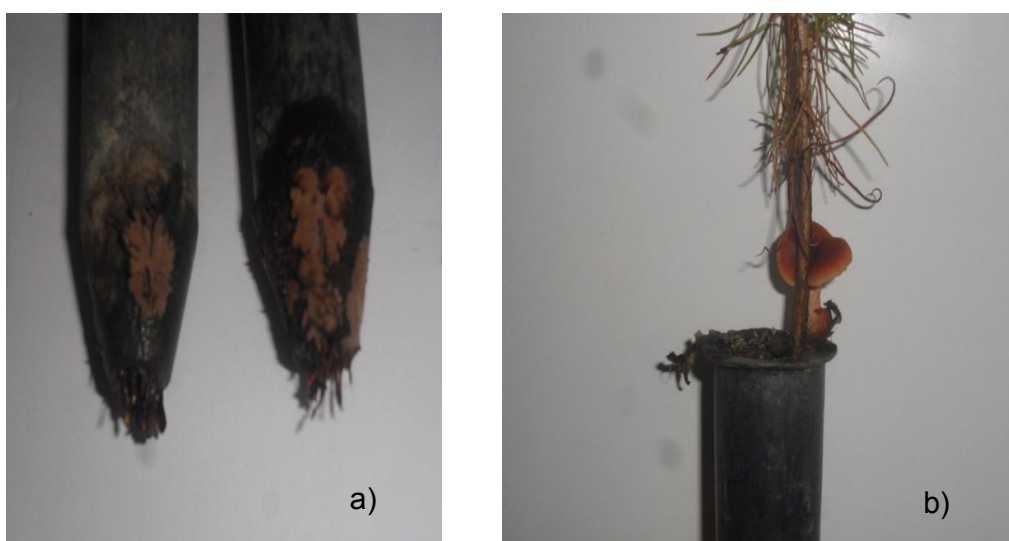
5.1 Viveiro

5.1.1 Porcentagem de Micorrização

No viveiro onde foi realizado o experimento, o preparo das mudas era em lâminas (jacá) de *Pinus* sp. As mudas eram colocadas em canteiros junto ao solo, o que favorecia a presença de ectomicorrizas nas mudas. Todas as mudas ficavam interligadas formando uma rede de compartilhamento de hifas e presença abundante de esporos. Portanto, a presença de fungos ectomicorrizicos de forma natural no viveiro é comum, embora em menor quantidade do que no passado, devido a mudança de manejo das mudas para as bancadas elevadas, a individualização de cada muda pelo uso do tubete e também maior frequência de regas o que diminuiu a ocorrência de ectomicorrizas.

No viveiro, as mudas de *Pinus taeda* apresentaram-se micorrizadas em todos os tratamentos, inclusive nas plantas testemunhas, indicando haver colonização natural. A micorrização natural no viveiro era visível porque se observou corpos de frutificação em tubetes, sugerindo a presença de *Thelephora* sp. e *Laccaria* sp. conforme Figura 21.

Figura 21. Demonstrativo de corpos de frutificação: a) *Thelephora* sp.; b) *Laccaria* sp.

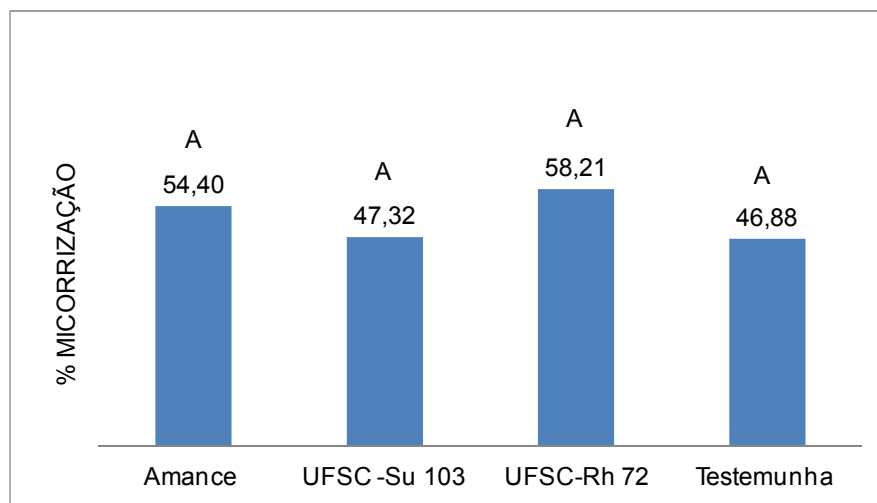


Fonte: autoria própria.

A análise de variância foi significativa para o efeito de tratamentos e não para o efeito de blocos.

Os valores da porcentagem de micorrização nas mudas inoculadas com *Rhizopogon* sp. (UFSC-Rh72) se destaca com 58,21%, seguido do isolado de *Cenococcum* (Amance) com 54,40 % de acordo com o que pode ser observado na Figura 22. No entanto, para o parâmetro micorrização, não houve diferença entre as médias, utilizando-se do teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Essa porcentagem de micorrização ainda pode ser observada na Figura 23.

Figura 22. Porcentagem de micorrização de mudas de *Pinus taeda* após seis meses de inoculação controlada em viveiro.



Fonte: autoria própria.

Figura 23. Muda de *Pinus taeda* micorrizada de forma controlada com seis meses de viveiro.



a) muda de *Pinus taeda* micorrizada de forma controlada.



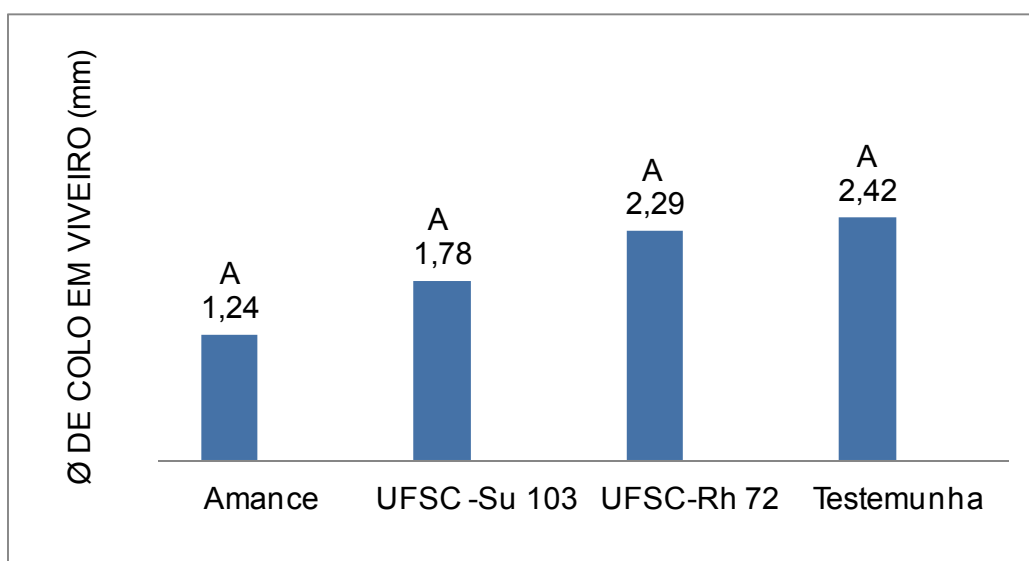
b) muda de *Pinus taeda* com baixa porcentagem de micorrização.

Fonte: autoria própria.

5.1.2 Diâmetro

Em relação ao diâmetro de colo das mudas, a análise da variância foi significativa para os tratamentos, mas as médias não foram separadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). A variação das médias de diâmetro de colo das plantas entre a testemunha e as mudas inoculadas com o fungo ectomicorrizico *Cenococcum* (Amance), foi de 1,18 mm conforme observado na Figura 24.

Figura 24. Diâmetro de colo de mudas de *Pinus taeda* após seis meses de inoculação controlada em viveiro.

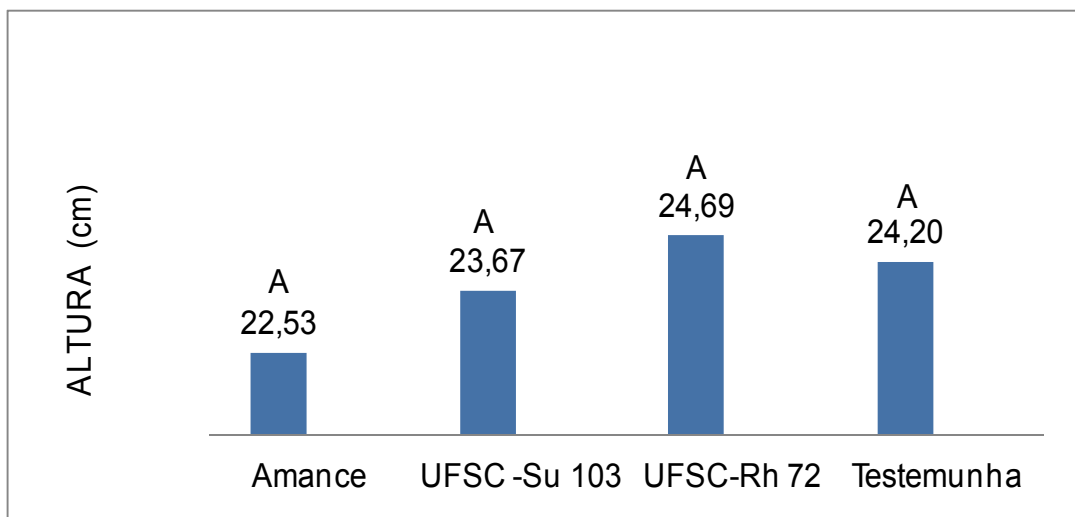


Fonte: autoria própria.

5.1.3 Altura

Para o parâmetro altura, a análise de variância foi significativa para o efeito de tratamentos, mas não houve diferença quando as médias analisadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Em relação aos valores absolutos, *Rhizopogon* sp. (UFSC-Rh72) atingiu média de 24,69 cm, seguido pela testemunha com 24,20 cm, *Suillus* (UFSC -Su 103) com 23,67 cm e *Cenococcum* (Amance), com 22,53 cm, conforme Figura 25.

Figura 25. Altura de mudas de *Pinus taeda* após seis meses de inoculação controlada em viveiro.



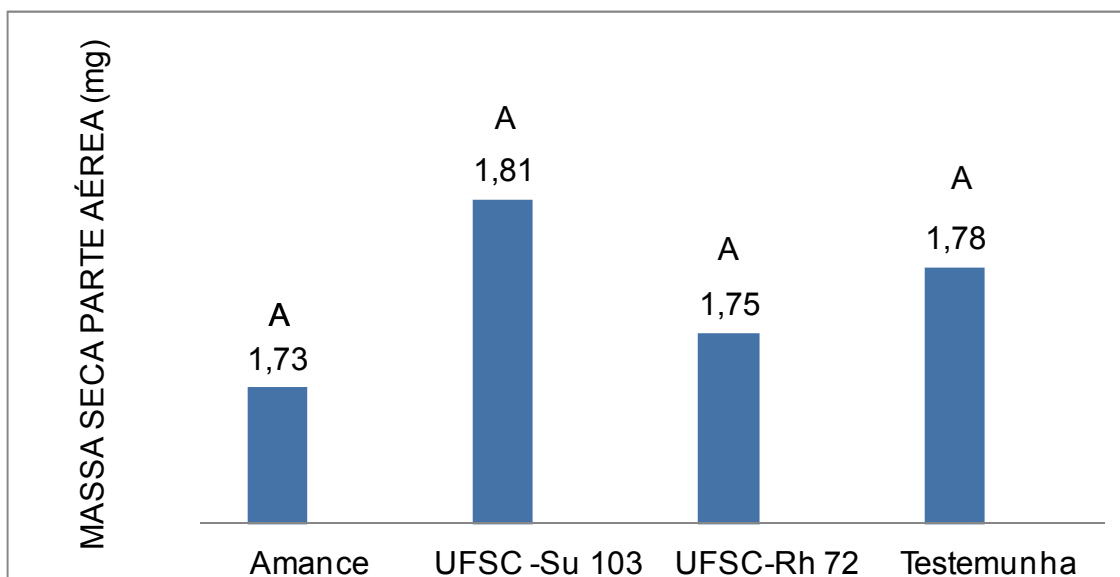
Fonte: autoria própria.

5.1.4 Massa Seca

A resposta de inoculação dos fungos ectomicorrizicos em relação à massa seca apresentou variância significativa para os tratamentos e as médias dos tratamentos não puderam ser separadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). O fungo ectomicorrizico *Suillus* (UFSC –Su 103), apresentou 1,81 mg de massa seca/planta, seguido da testemunha com 1,78 mg de massa seca/planta, *Rhizopogon* sp. (UFSC-Rh 72) com 1,75 mg de massa seca/planta, e *Cenococcum* (Amance) com 1,73 mg de massa seca/planta .

Silva et al. (2002), conduziram um experimento no Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, RS, com seis tratamentos, sendo testemunha; fungo Rh 117; fungo Pt Siv.1; fungo FSE –RS (nativo) e fungo F1 – RS (nativo) (Rh 117 = *Rhizopogon rubescens*; FSE-RS = *Pisolithus* sp.; F1-RS = *Pisolithus* sp.; Pt silv.1 = *Pisolithus* sp.), segundo os autores não se observou resultados significantes em relação a massa seca da parte aérea, altura e massa verde com a inoculação dos fungos, resultados estes também observados nesta pesquisa conforme Figura 26.

Figura 26. Teor de massa seca da parte aérea em mudas de *Pinus taeda* após seis meses de inoculação controlada em viveiro.

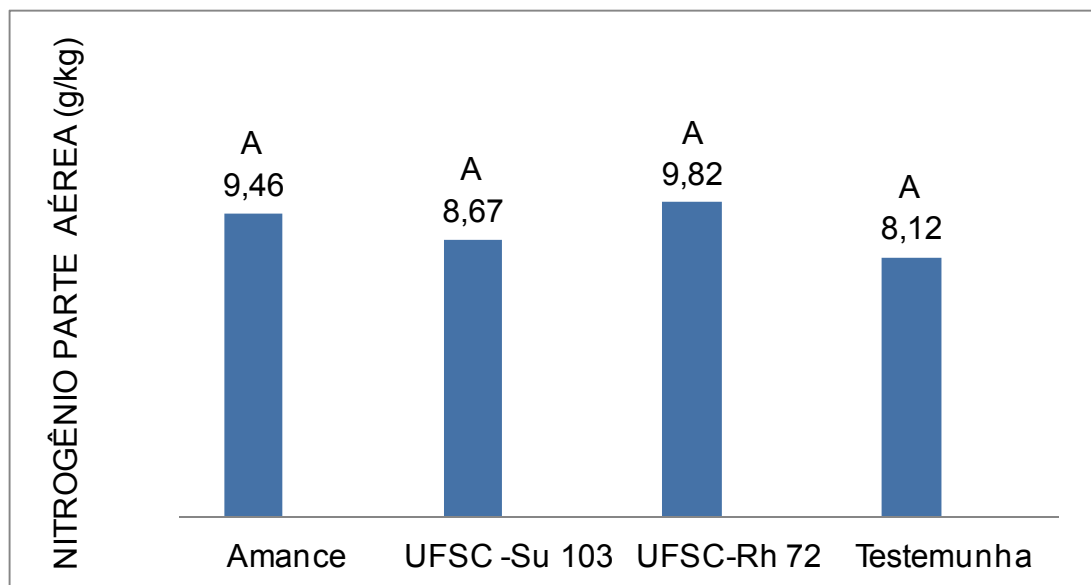


Fonte: autoria própria.

5.1.5 Teores de nitrogênio e fósforo da parte aérea

A análise do teor de nitrogênio da parte aérea, observou-se variância significativa para tratamentos (Figura 27), mas não houve separação de médias, (Tukey ($p \leq 0,05$)). Com a inoculação de *Rhizopogon* sp. (UFSC-Rh72) obteve-se 9,82 g/kg de nitrogênio, a testemunha com 8,12 g/kg seguida pelo *Cenococcum* (Amance), e logo após *Suillus* (UFSC-Su103), com médias de 9,46 g/kg e 8,67 g/kg respectivamente.

Figura 27. Quantidade de Nitrogênio da parte aérea em mudas de *Pinus taeda* após seis meses de inoculação controlada em viveiro.

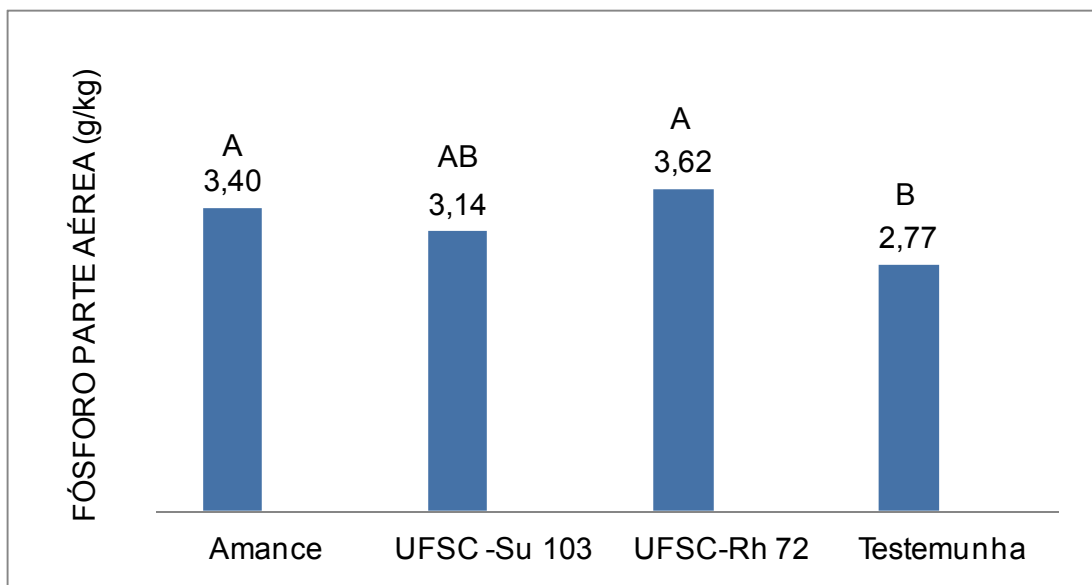


Fonte: autoria própria.

A análise de variância da quantidade de fósforo da parte aérea da planta foi significativa para os tratamentos, conforme teste Tukey ($p \leq 0,05$) pela separação de médias, conforme Figura 28. Destacando-se a inoculação de *Rhizopogon* sp. (UFSC-Rh72), e *Cenococcum* (Amance), com tratamentos superiores à testemunha, com 0,85 g/kg e 0,63 g/kg respectivamente de fósforo.

A adubação praticada pode ter influenciado a absorção de fósforo ocorrida no experimento, pois se utilizou o fertilizante Osmocote® (18-5-9), na dosagem, 280 gramas para cada 25 kg de mistura de modo que os teores de fósforo não fossem elevados, para não interferir na micorrização, fato constatado por Bowen et al. (1973-1988). Segundo Silva et al. (2002), no experimento desenvolvido no Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, RS, não observou eficiência dos fungos ectomicorrizicos inoculados em mudas, em relação a absorção de nitrogênio, fósforo e potássio.

Figura 28. Quantidade de Fósforo da parte aérea em mudas de *Pinus taeda* após seis meses de inoculação controlada em viveiro.



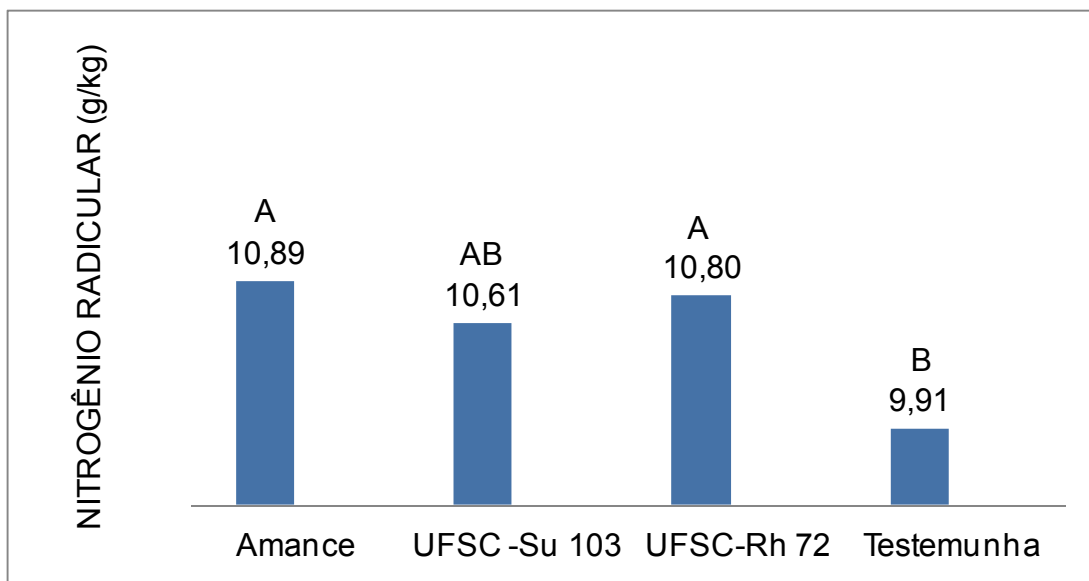
Fonte: autoria própria.

5.1.6 Teores de nitrogênio e fósforo da parte radicular

A análise da variância para os tratamentos de nitrogênio na porção radicular foi significativo. Os dados de nitrogênio obtidos da parte radicular dos fungos *Cenococcum* (Amance) e *Rhizopogon* sp. (UFSC-Rh72), com médias de 10,89 g/kg e 10,80 g/kg, respectivamente, foram superiores ao da testemunha com 9,91 g/kg, conforme observado na Figura 29.

Os resultados obtidos nas análises apresentadas sugerem que as mudas micorrizadas possivelmente tenham um desenvolvimento melhor em relação as não micorrizadas em áreas onde haja escassez de nitrogênio devido a sua capacidade superior de absorção.

Figura 29. Quantidade de Nitrogênio da parte radicular em mudas de *Pinus taeda* após seis meses de inoculação controlada em viveiro

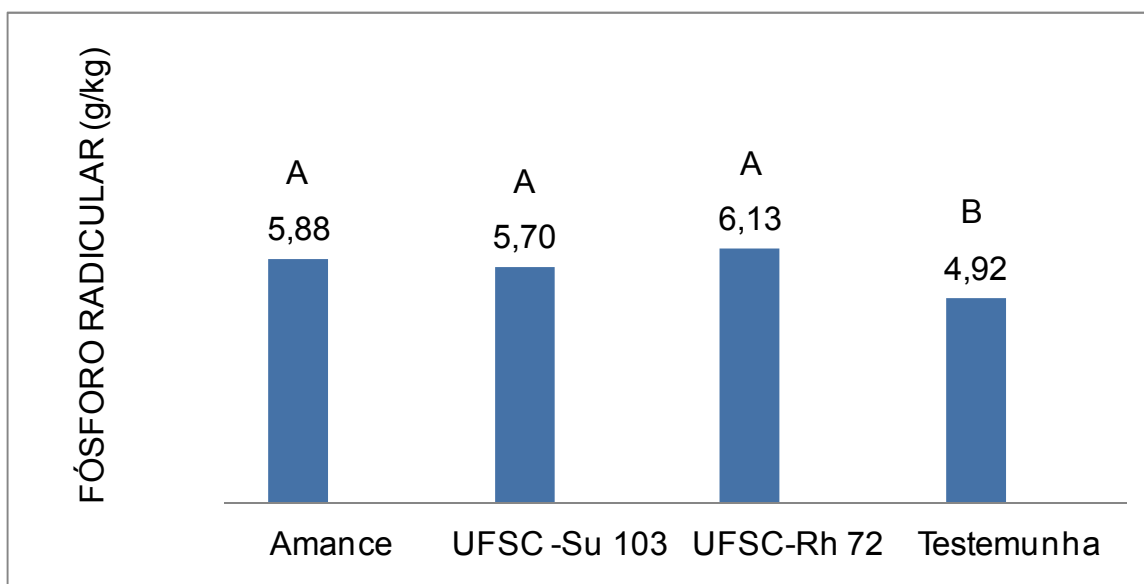


Fonte: autoria própria.

A análise dos teores de fósforo radicular mostrou mais uma vez relevância dos inoculados em relação à testemunha, o *Rhizopogon* sp. (UFSC-Rh72), com média de 6,13 g/kg, com uma diferença de 1,21 g/kg em relação à testemunha que teve a menor média de 4,92 g/kg, e o fungo *Cenococcum* (Amance) e o *Suillus* (UFSC-Su103), alcançaram médias de 5,88 g/kg e 5,70 g/kg respectivamente, o que conferiu separação de médias segundo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), conforme Figura 30.

Segundo Gatiboni et al. (2014), os solos da região sul do Brasil são pobres em fertilidade e muitas vezes exigem altas cargas de fertilizantes fosfatados, que se mal administrados causam desequilíbrio no ambiente. A inoculação de fungos ectomicorrizicos pode auxiliar nesta situação visto que a absorção das mudas de *Pinus* sp. inoculadas foi maior em relação a testemunha.

Figura 30. Quantidade de Fósforo da parte radicular em mudas de *Pinus taeda* após seis meses de inoculação controlada em viveiro



Fonte: autoria própria.

5.1.7 Teor total de nitrogênio e fósforo parte radicular e aérea na planta.

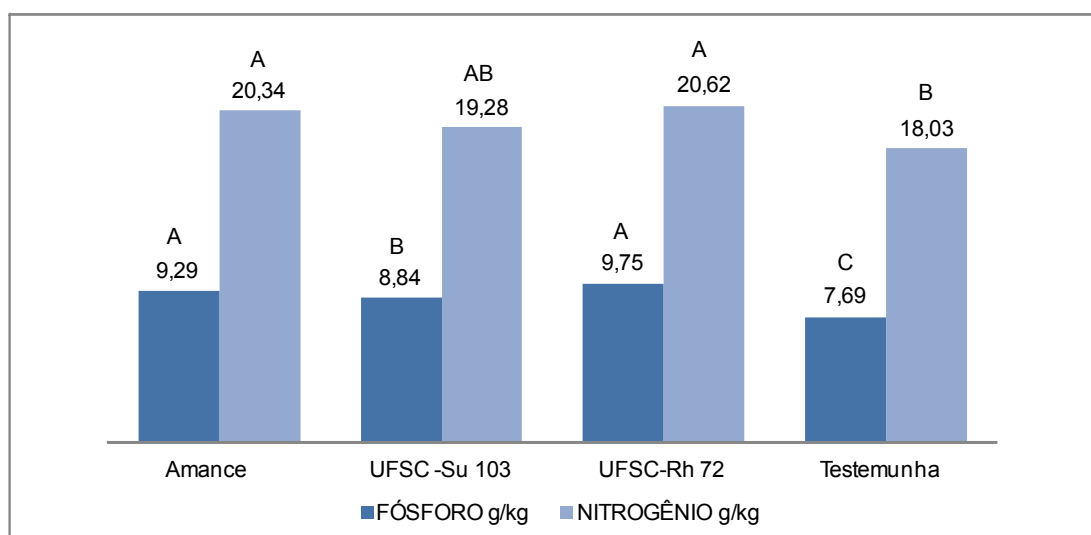
A análise da variância foi significativa para os teores totais de nitrogênio e fósforo na planta e as médias dos tratamentos foram separadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os teores totais de fósforo para *Rhizopogon* sp. (UFSC-Rh72) e *Cenococcum* (Amance), foram de 9,75 g/kg e 9,29 g/kg respectivamente sendo superiores em relação à testemunha, 2,06 g/kg e 1,6 g/kg respectivamente. Para o teor de fósforo total da planta, o isolado *Suillus* (UFSC-Su103), também foi superior à testemunha.

Em relação ao nitrogênio, houve separação de médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), sendo que *Rhizopogon* sp. (UFSC-Rh72) e *Cenococcum* (Amance) com 20,62 g/kg e 20,34 g/kg, com uma diferença superior em relação a testemunha de 2,59 g/kg e 2,31g/kg respectivamente.

Os isolados dos fungos ectomicorizicos *Rhizopogon* sp. (UFSC-Rh72) e *Cenococcum* (Amance) foram superiores no auxílio para a absorção de fósforo e nitrogênio na planta, e *Suillus* (UFSC-Su103), também se destacou na absorção de fósforo em relação à testemunha, de acordo com a Figura 31.

Sendo o nitrogênio e o fósforo os elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas, e muitas vezes estão disponíveis em teores abaixo do necessário para as plantas nos solos de nossa região, a seleção e inoculação de isolados de fungos ectomicorrizicos podem contribuir para o seu crescimento.

Figura 31. Nitrogênio e fósforo total



Fonte: autoria própria.

5.2 Campo

No período de seis e nove meses foram realizadas duas avaliações a campo em relação aos parâmetros altura, diâmetro e sobrevivência de plantas. A análise da variância para os tratamentos foi significativo, porem não houve separação de médias segundo (Tukey ($p \leq 0,05$)).

Nos dados observados a campo na primeira visita (dia 18/02/2015), observou-se em relação à altura que o tratamento *Suillus* (UFSC-Su103), apresentou a média de 48,67 cm com uma diferença de 5,29 cm em relação a terceira média que foi de 43,38 cm apresentada pela testemunha o fungo *Cenococcum* (Amance) com média de 44,87 cm, e *Rhizopogon* sp. (UFSC-Rh72), com média de 42,85 cm.

Para o fator diâmetro de colo a variância foi significativa para os tratamentos, resposta observada no *Cenococcum* (Amance) com média de 8,52 mm, seguido por *Suillus* (UFSC-Su103) e *Rhizopogon* sp. (UFSC-Rh72),

com médias de 8,51 mm e 8,40 mm respectivamente, e a testemunha de 8,13 mm, não sendo observada separação de médias neste parâmetro perante Tukey ($p \leq 0,05$).

De acordo com os dados obtidos na visita do dia 14/05/2015, para a altura o *Cenococcum* (Amance), com o resultado de 59,93 cm, tendo apresentado uma diferença de 3,14 cm em relação à testemunha que apresentou uma altura de 56,79 cm, enquanto o *Suillus* (UFSC-Su103), 58,70 cm, e o *Rhizopogon* sp. (UFSC-Rh72), obteve uma média de 58,11 cm, havendo uma significativa variância para os tratamentos porém não houve separação de médias, dados observados na Figura 33.

No que se refere a diâmetro de colo vistos na mesma ocasião o resultado do *Cenococcum* (Amance), foi de 14,09 mm, a testemunha com um valor de 13,78 mm, novamente os fungos *Suillus Cothurnatus* Sing (UFSC-Su103) e *Rhizopogon* sp. (Fries & Nordholm) Tulasne (UFSC-Rh72), com valores absolutos intermediários com médias de 13,96 mm e 13,90 mm, havendo diferença significativa para os tratamentos, porém classificando todas na mesma categoria segundo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

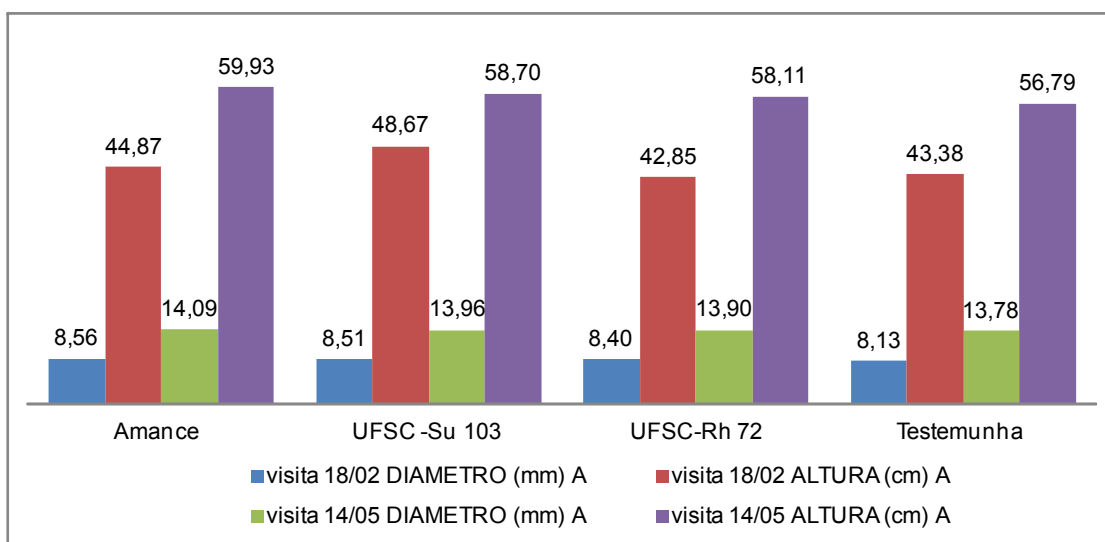
Na visita do dia 14/05/2015 pode ser observado à baixa de duas mudas no experimento implantado sendo que apenas uma das mudas ainda pode ser observada (Figura 32) no local enquanto que a outra provavelmente já fora totalmente decomposta ambas do tratamento testemunha.

Figura 32. Muda morta de *Pinus taeda* do tratamento testemunha após nove meses de plantio.



Fonte: autoria própria.

Figura 33. Diâmetro e altura de mudas de *Pinus taeda* coletadas a campo.



Fonte: autoria própria.

Nove meses após plantio as mudas não apresentaram crescimento diferenciado no campo (Figura 34), mas serão alvo de estudos futuros em relação ao crescimento e ecologia dos fungos ectomicorrizicos.

Figura 34. Mudanças de *Pinus taeda* após nove meses de plantio.



a) Muda de *Pinus* correspondente a testemunha, b) Muda de *Pinus* correspondente ao *Cenococcum geophilum* Fr, c) Muda de *Pinus* correspondente ao *Rhizopogon* sp. (Fries & Nordholm) Tulasne, d) Muda de *Pinus* correspondente ao *Suillus cothurnatus* Sing.

Fonte: autoria própria.

6 CONCLUSÃO

No experimento desenvolvido, as mudas com inoculação controlada com isolados de fungos ectomicorrizicos e as não inoculadas apresentaram inoculação natural de fungos presentes no viveiro.

Não observou-se diferença na porcentagem de micorrização das plantas inoculadas e das não inoculadas, ou seja, as mudas com micorrização controlada não diferiram das testemunhas.

Os parâmetros relacionados ao crescimento das mudas como altura, diâmetro de colo e massa seca não apresentaram diferença significativa quando comparados às plantas testemunhas.

Os isolados *Cenococcum geophilum* Fr e *Rhizopogon* sp. (Fries & Nordholm) *Tulasne*, foram efetivos no auxílio à planta na absorção de fósforo e nitrogênio, pois se destacaram segundo Tukey ($p \leq 0,05$), e houve separação de médias perante os outros tratamentos testados.

O isolado *Suillus cothurnatus* Sing atingiu média mais alta no quesito massa seca porem não houve separação de médias perante Tukey ($p \leq 0,05$).

Não foram observados corpos de frutificação na área do experimento no momento das visitas, porem segundo parâmetros observados a micorrização controlada traz benefícios as mudas em relação as não inoculadas.

7 REFERÊNCIAS

Adami S/A. Disponível em: <<http://www.adami.com.br/index.php/sample-page/sobre-adami-sa/>>. Acessado em 01 jun. 2015

BINOTTO, Alexandre Francisco. **Relação entre Variáveis de Crescimento e o índice de Qualidade de Dickson em Mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus elliottii* var. *elliottii* – Engelm.** 2007. 56 f. Monografia (Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal – Área de Concentração em Manejo Florestal). UFSM, Universidade de Santa Maria, Santa Maria.

Biociência & Desenvolvimento. Ectomicorrizas: A Face Oculta das Florestas- Aplicações biotecnológicas das ectomicorrizas na produção florestal Disponível em:<
http://www.academia.edu/6809622/A_Face_Oculta_das_Florestas_Arnaldo_Ch aer_Borges>. Acessado em 23 jun. 2015.

BLOG. Funghi nel Salento. Disponível em:
<<http://funghinelsalento.blogspot.com.br/search/label/Suillus%20luteus>>. Acessado em 23 jun. 2015.

BOGNOLA, Itamar A. et al. Unidades de Manejo para *Pinus Taeda* L. com Base na Análise de Agrupamento. Disponível em:
<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37881/1/bognola.PDF>>. Acessado em 15 jun. 2015.

BOGNOLA, Itamar Antonio. Modelagem Uni e Bivariada da Variabilidade Espacial de Rendimento de *Pinus taeda* L. Disponível em:<
<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/download/11632/8166>>. Acessado em 23 jun. 2015.

BRASILIA (DF). Agenda Estratégica do Setor de Florestas Plantadas. Câmara Setorial de Silvicultura. Brasília, 2009.

BRASIL. Relatório Anual IPEF. Produtividade Potencial do *Pinus*. 2013.

BRASIL. Indústria Brasileira de Árvores. 2014.

BRASIL. Sociedade Brasileira de Silvicultura – SBS. Fatos e Números do Brasil Florestal. 2006.

BRASIL. Embrapa Florestas. Cultivo de *Pinus*: Guia de Orientações Básicas sobre o Cultivo.

Caçador. Portal. Disponível em:
<<http://www.cacador.sc.gov.br/portalthome/index.php/lista-de-e-mails/96>>. Acessado em 01 jun. 2015

CAMPO GRANDE (MS). Rede se sementes do Pantanal: Produção de Mudanças de Espécies Florestais Nativas (Manual). Campo Grande, 2006.

CARDOSO, Elke J. B. N., TSAI, Siu M., NEVES, Maria Cristina P. Coordenadoras. Microbiologia do Solo. Campinas (SP): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. 360 p.

CARDOSO, Josiane Teresinha, et al. Ocorrência e Flutuação populacional de Chrysopidae (Neuroptera) em áreas de plantio de *Pinus taeda* (L.) (Pinaceae) no sul do Paraná. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0085-56262003000300019&script=sci_abstract&tlng=es>. Acessado em 04 mai. 2015.

CARNEIRO, José Geraldo de Araujo Carneiro. **Determinação do padrão de Qualidade de mudas de *pinus taeda* para Plantio Definitivo**. 1976. 84 f. Tese de Grau (Mestre em Ciências, em Engenharia Florestal). UFPR, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

CARVALHO, João Maria da Camara Archer de. **Métodos de Luta Alternativos Contra a Doença da Tinta do Castanheiro**. 2014. 82 f. Monografia (Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais). Universidade de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Centre for Functional Ecology. Universidade de Coimbra – Portugal. Disponível em: <<http://cfe.uc.pt/index.php?tabela=pessoaldetail&user=12>>. Acessado em 23 jun. 2015.

COELHO, VITOR CEZAR MIESSA. **Avaliação do Manejo da Produção Econômica de Madeira de *Pinus Taeda* L. com Características Qualitativas Superiores**. 2010. 131 f. Monografia (Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias). Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba-PR.

COLOMBO (PR). EMBRAPA FLORESTAS. *Pinus* na Silvicultura Brasileira. Colombo, 2008.

CONSTANTINO, Valdeci et al. Efeitos de métodos de produção de mudas e equipes de plantadores no crescimento de *Pinus taeda* Linnaeus. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr87/cap03.pdf>>. Acessado em 01 mai. 2015.

CURITIBA (PR). Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado do Vale do Parnaíba – PLANAP. CODEVASF/Governo do Estado do Piauí/FUPEF. Apostila do Curso: Técnicas de Plantio de Florestas. Curitiba, 2010. EMBRAPA. Guia Técnico do Produtor Rural. 45 nº. Ano IV. Planaltina, 1999.

EMBRAPA FLORESTAS (2015). Banco de dados. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas>>. Acessado em 23 jun. 2015.

EMBRAPA. Ttflorestal: transferência de tecnologia florestal: Softwares para manejo florestal. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/software-florestais>>. Acessado em 23 jan. 2017.

EMBRAPA. Resultado Perenes: Silvicultura de precisão – Documento 47. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/995444/1/2014S.MaedaAgriculturaPrecisaoSilvicultura.pdf>>. Acesso em 23 jan. 2017.

EMBRAPA. Resultado Perenes: Silvicultura de precisão em unidades de manejo de plantações florestais – Documento 48. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/995436/1/2014EdilsonAgriculturaPrecisaoSilvicultura.pdf>>. Acesso em 23 jan. 2017.

EMBRAPA ACRE. INFOTECA. Modelo Digital de Exploração Florestal - MODEFLORA. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1005198/1/25382.pdf>>. Acesso em 23 jan. 2017.

EMBRAPA. Geoestatística integrada com estatística multivariada e geoprocessamento na definição de unidades de manejo para o *Pinus taeda* – Documento 6. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/914248>>. Acesso em 23 jan. 2017.

EKO FLORESTAL. Banco de dados. Disponível em: <<http://ekoflorestal.com.br/eko/Paginas/default.php>>. Acessado em 01 mai. 2015.

FLORIANÓPOLIS (SC). Boletim Técnico nº 143: Doenças em viveiros florestais de *Eucalyptus* spp., *Corymbia* spp., *Pinus* spp. e *Ilex paraguariensis*, micorrização e estratégias de controle (EMBRAPA). Florianópolis, 2008.

IPEF- Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Banco de Dados: Produção de Florestas com qualidade: Técnicas de Plantio. Disponível em: <<http://www.ipef.br/silvicultura/plantio.asp>>. Acessado em 05 mai. 2015.

IPEF- Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Banco de Dados: Programa Cooperativo sobre Produtividade Potencial do *Pinus* no Brasil. Disponível em: <<http://www.ipef.br/pppib/>>. Acessado em 05 mai. 2015.

JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS. 5. 1995, Concórdia. Produção de Mudas de Eucalipto e Pinus Usando o Sistema de Tubetes. Concórdia, 1995.

IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. ANAIS DA 50ª Reunião Técnico-Científica do Programa Cooperativo sobre Silvicultura e Manejo: **Qualidade das atividades silviculturais e silvicultura de precisão.** Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr45/st45-cap07.pdf>>. Acesso em 23 jan. 2017.

JUVENAL, Thais Linhares. MATTOS, René Luiz Grion. BNDS Setorial. O Setor Florestal no Brasil e a Importância do Reflorestamento. Rio de Janeiro, RJ. 2002.

KALIL FILHO, Antonio Nascimento. RESENDE, Marcos Deon Vilela De. KALIL, Geovanita Paulino Da Costa. Notas Científicas: Componentes De Variância E Predição De Valores Genéticos Em Seringueira Pela Metodologia De Modelos Mistos (Reml/Blup). Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100204X2000000900022&script=sci_arttext>. Acessado em 04 abr. 2015.

LAGES (SC). Boletim Técnico CAV-UDESC nº 02: Proposta de Limites Críticos Ambientais de Fósforo para Solos de Santa Catarina (UDESC). Lages, 2014.

LOMBARDI, José Claudinei; LUCENA, Carlos Alberto; FERRI, Cássia. **História, Trabalho e Educação:** formação profissional e empregabilidade em Caçador – SC. 2003. 219f. Dissertação (Mestrado em Educação). UNC, Universidade do Contestado, Caçador.

MACAPÁ (AP). Documento nº 64: Viveiro de Mudanças – Construção, Custos e Legalização (2ª ed.) – Embrapa. Macapá, 2006

MAINARDI, Gerson Luis. SCHNEIDER, Paulo Renato. FINGER, César Augusto Guimarães. Produção de *Pinus taeda* L. na Região de Cambará do Sul, RS. Yield of *Pinus taeda* L for the Region of Cambará do Sul, RS. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v6n1/art5v6n1.pdf>>. Acessado em 10 mai. 2015.

NOVAES, Adalberto Brito de. **Avaliação Morfofisiológica da Qualidade de Mudanças de *Pinus Taeda* L. Produzidas em Raiz nua e em Diferentes tipos de Recipientes.** 1998. 133 f. Tese (Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal). UFPR, Universidade Federal do Paraná, Curitiba –PR.

OLIVEIRA, Leyza Paloschi de. **“Produção de Inoculante, Seleção e Aplicação de Fungos Ectomicorrízicos em Mudanças de *Pinus Taeda* L.”** 2004. 87 f. Monografia (Dissertação de Mestrado em Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia). UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.

PELISSARI, Allan Libanio. **“Silvicultura de Precisão Aplicada ao Desenvolvimento de *Tectona grandis* L.f. na Região Sul do Estado do Mato Grosso”.** 2012. 89f. Monografia (Dissertação de Mestrado, Curso de Pós Graduação em Ciências Florestais e Ambientais). UFMT, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá – MT.

PIRACICABA (SP). Departamento de Ciências Florestais. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Reflorestamento e Manejo de Florestas Implantadas. Piracicaba, 1989.

PIRACICABA (SP). Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais Departamento de Silvicultura da E.S.A.L.Q. – Usp. Série Técnica: Aspectos Da Associação Micorrízica em *Pinus* Spp . Piracicaba, 1982

Piu Bella Floretas. Cultivo de *Pinus*: Guia de orientações básicas sobre o cultivo. Disponível em:

<<http://www.piubellaflorestas.com.br/site/pdf/pinnus.pdf>>. Acessado em 05 mai. 2015.

PLANALTINA (DF). Documento nº 20: Utilização Das Micorrizas Na Agricultura (Embrapa). Planaltina, 1986; 1993.

Prevedello, Juliana. **Preparo do Solo e Crescimento Inicial de *Eucalyptus Grandis Hill Ex Maiden*. em Argissolo**. 2008. 86 f. Dissertação (Mestrado, Pós-Graduação em Engenharia Florestal). UFSM, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS.

Portz, Luana et al. Dispersão de espécie exótica no Parque Nacional da Lagoa do Peixe e seu entorno. Revista Brasileira de Geografia Física. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewFile/171/152>>. Acessado em 04 abr. 2015.

REMADE. Revista da Madeira – Edição nº 85 – Novembro de 2004: Manejo Florestal e silvicultura de precisão na Amazônia. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=651&subject=Manejo&title=Manejo>. Acesso em 23 jan. 2017.

ResearchGate. Silvicultura de precisão: uma nova perspectiva para o gerenciamento de atividades florestais. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/260710677_Silvicultura_de_precisao_uma_nova_perspectiva_para_o gerenciamento_de_atividades_florestais>. Acesso em 23 jan. 2017

RIGATTO, Patrícia Aparecida. **Influência dos Atributos do solo sobre a Produtividade de *Pinus taeda***. 2002. 131 f. Monografia (Dissertação de Mestrado em Agronomia, Setor de Ciências Agrárias, Área de Concentração em Ciência do Solo). Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba-PR.

RIO GRANDE (RG). Treflor: Trevo Florestal LTDA. Plano de Manejo Florestal (Resumo público). Rio Grande, 2010.

RODRIGUES, Sandro Batista Santos et al. Necessidades Hídricas de Mudanças de Eucalipto na Região Centrooeste de Minas Gerais. Disponível em: <<http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/204/119>>. Acessado em 21 jun. 2015.

ROSSI, MÁRCIO JOSÉ. **Tecnologia para Produção de Inoculantes de Fungos Ectomicorrízicos Utilizando Cultivo Submerso em Biorreator *Airlift***. 2006. 188 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química). UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.

SANQUETTA, Carlos Roberto et al. Relações Individuais de Biomassa e Conteúdo de Carbono em Plantações de *Araucaria Angustifolia* e *Pinus taeda* no Sul do Estado do Paraná, Brasil. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/academica?dd1=902&dd99=view&dd98=pb>>. Acessado em 01 mai. 2015.

SEROPÉDICA (RJ). Documento nº 98: Fungos Micorrízicos e Nutrição de Plantas (Embrapa). Seropédica, 1999.

SIQUEIRA, J.O. et al. Editores. Inter-Relação Fertilidade, Biologia do Solo, e Nutrição de Plantas. Lavras (MG): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo- Universidade Federal de Lavras (Departamento de Ciência do Solo), 1999. 818 p.

SIQUEIRA, José Oswaldo et al. Editores. Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil. Livro escrito em capítulos contendo autoria própria. Lavras: UFLA - Universidade Federal de Lavras, 2010. 715 p.

SILVA, Rodrigo Ferreira da. ANTONIOLLI, Zaida Inês. ANDREAZZA, Robson. Produção De Mudanças De *Pinus Elliottii* Engelm. Micorrizadas Em Solo Arenoso. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/1742/1011>>. Acessado em 05 mai. 2015.

SNIF – Sistema Nacional de Informações Florestais. Recursos Florestais: As Florestas Plantadas. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/as-florestas-plantadas>>. Acessado em 21 fev. 2017.

USP. Visão Agrícola nº 4: A silvicultura de precisão e as exigências ambientais. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va04-ciencia-e-tecnologia01.pdf>>. Acesso em 23 jan. 2017.

VOGEL, Hamilton Luiz Munari et al. Crescimento Inicial de *Pinus Taeda* L. Relacionado a Doses de N, P E K. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/1837/1101>>. Acessado em 01 mai. 2015.

VOIGT, Eduardo Luiz. OLIVEIRA, Veturia Lopes de. RANDI, Aurea Maria. Notas científicas: Mycorrhizal Colonization And Phenolic Compounds Accumulation On Roots Of *Eucalyptus Dunnii* Maiden Inoculated With Ectomycorrhizal Fungi. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000900025>>. Acessado em 01 mai. 2015.

8 ANEXOS

ANEXO A – Histórico da empresa Adami S/A.

Localizada em Santa Catarina, a cidade de Caçador, clima temperado, se destaca por apresentar temperaturas variadas (mínima e máxima) com temperatura média anual de 16,6°C, altitude de 920 metros, e precipitação total entre 1.600 e 1.800 mm/ano (CAÇADOR, 2015).

A história da ADAMI S/A funde-se com a história de Caçador quando o fundador da empresa, o contabilista José Rossi Adami se estabeleceu na cidade em 1938 procedente de Caxias do Sul, iniciando sua atuação no segmento madeireiro. Em 1942 ele constitui a empresa ADAMI & Cia. Ltda., destinada à produção de caixas de madeira, preparação de madeiras aplainadas e comércio de madeiras brutas.

A empresa acompanhou o crescente desenvolvimento do setor atuando principalmente no beneficiamento de madeira e, em 1956, após uma reestruturação passa a se denominar ADAMI S/A. – MADEIRAS, ao mesmo tempo que inicia o processo sucessório com Victor Baptista Adami, filho do fundador.

Ao final da década de 60 é instalada uma fábrica de pasta mecânica para fazer o reaproveitamento dos resíduos da atividade madeireira. Sua visão de mercado e capacidade empreendedora sinalizou a necessidade de ampliar o valor agregado ao produto, introduzindo um novo equipamento para a produção de papelão pinho, também conhecido como papelão Paraná, muito utilizado na época em embalagens de calçados, camisas, chocolates, entre outras aplicações.

Em uma área construída de 3000 m² e contando com mais de 100 colaboradores a ADAMI S/A começa a se transformar no atual parque fabril a partir de 1974 com a primeira instalação industrial para a produção de papel destinado ao mercado de papéis de embrulho. Daí em diante tomam forma os planos para a produção de papelão ondulado, papéis Miolo e Kraft através de novos investimentos em máquinas e equipamentos em um espaço que já atingia 7000 m².

A década de 80 marca definitivamente a introdução da empresa no segmento de embalagens ao comprar das Indústrias Matarazzo uma máquina para a fabricação de papelão ondulado, utilizado na confecção de caixas. A área construída agora abrange 10.000 m² e com estes equipamentos produz cerca de 300.000 m²/mês.

O permanente reinvestimento e a capacidade empreendedora de seus dirigentes e colaboradores, levou a ADAMI S/A a aprimorar tecnologicamente sua produção, ampliando e modernizando continuamente o espaço e a capacidade de seus equipamentos. Atualmente atinge a marca de 162.000.000 m²/ano em uma área que totaliza 65.722 m². Destes, 44.832 m² são ocupados pelo parque fabril de papel e embalagens de papelão ondulado, destinados em sua maioria aos segmentos de exportação (avicultura, eletroeletrônicos, cerâmico, têxtil, calçadista, etc.)

A empresa adquiriu em 1996 um novo equipamento para produção de papéis destinados a embalagens, com capacidade de produção inicial de 72.000 ton/ano. Esta máquina permite produzir papéis de alta qualidade, com maior produtividade, tornando a empresa autossuficiente em toda sua cadeia produtiva, desde a captação de aparas, fabricação de papel, até a transformação em embalagens de papelão ondulado.